549
Sal

DEC 26 1940
JAN 9 - 1941
FEB 3 1941

UNIVERSITY OF
LIBRAR

BOOK 549
CLASS Sal

DIE ERZE,

IHRE

AGERSTÄTTEN UND HÜTTENTECHNISCHE VERWERTUNG

FÜR

STUDIERENDE AN UNIVERSITÄTEN, TECHNISCHEN HOCHSCHULEN UND BERGAKADEMIEEN

VON

Dr. A. SACHS,

PRIVATDOZENT DER MINERALOGIE AN DER UNIVERSITÄT BRESLAU.

MIT 25 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG UND WIEN.

FRANZ DEUTICKE.

1905.

Verlag von FRANZ DEUTICKE in Leipzig und Wien.

Kompendium der Geodäsie.

Von Ing. **JOSEF ADAMCZIK,**

a. o. Professor an der k. k. Bergakademie in Přibram.

Mit 329 Abbildungen im Text. Preis M. 10.— = K 12.—.

Geschichte der artesischen Brunnen.

Ein Versuch die Geschichte dieser Brunnen von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart darzustellen.

Von **OSCAR CORAZZA,**

beh. autor. Baumeister.

Preis M. 4.— = K 4.80.

Lehrbuch der physikalischen Chemie

für technische Chemiker und zum Gebrauche an technischen Hochschulen und Bergakademien.

Von **HANS VON JÜPTNER,**

o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Erster Teil:

Materie und Energie.

Mit 21 Abbildungen.

Preis M. 4.— = K 4.80.

Zweiter Teil:

Chemisches Gleichgewicht und Reaktionsgeschwindigkeit.

Erste Hälfte.

Homogene Systeme.

Mit 6 Abbild. Preis M. 3.50 = K 4.—.

Grundriss der Erzaufbereitung.

Von **LUDWIG KIRSCHNER,**

Adjunkt und Dozent an der k. k. Bergakademie in Přibram.

Erster Teil:

Handscheidung, Zerkleinerung, Abläutern und Übersicht der Separation.

Mit 9 Tafeln und 5 Abbild. im Text.

Preis M. 4.— = K 4.80.

Zweiter Teil:

Klassierung, Separation der Klassen, Sortierung, Separation der Sorten, Goldaufbereitung und magnetische Aufbereitung.

Mit 17 Tafeln und 10 Abbild. im Text.

Preis M. 9.— = K 10.80.

Die Grundlagen der Bodenkunde.

Von Dr. **L. MILCH,**

Privatdozent für Mineralogie und Geologie an der Universität Breslau.

Mit 7 Holzschnitten. Preis M. 4.— = K 4.80.

DIE ERZE,

IHRE

LAGERSTÄTTEN UND HÜTTENTECHNISCHE VERWERTUNG

FÜR

STUDIERENDE AN UNIVERSITÄTEN, TECHNISCHEN HOCHSCHULEN UND BERGAKADEMIEEN

VON

DR. A. SACHS,

PRIVATDOZENT DER MINERALOGIE AN DER UNIVERSITÄT BRESLAU.

MIT 25 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG UND WIEN.

FRANZ DEUTICKE.

1905.

Verlags-Nr. 1057.

K. u. k. Hofbuchdrucker Fr. Winiker & Schickardt, Brünn.

Dem Andenken meines Vaters

MAX JOSEPH SACHS,

des begeisterten Anhängers
montanistischer Bestrebungen,

gewidmet.

74205

Digitized by the Internet Archive
in 2016 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

https://archive.org/details/erzeihrelagersta00sach

Vorwort.

Die vorliegende Schrift stellt die Disposition einer Vorlesung dar, die ich vor einer aus Studierenden der Naturwissenschaften, des Berg- und Hüttenfaches zusammengesetzten Zuhörerschaft an der Breslauer Universität gehalten habe.

Jeder Sachkundige weiß, welche Bedenken sich gegen die Veröffentlichung erheben. Die Lehre von den Erzlagerstätten ist eine noch in Gärung begriffene Wissenschaft: seit alten Zeiten abgebaute Vorkommen, wie das vor nahezu 1000 Jahren entdeckte Erzlager des Rammelsberges bei Goslar, sind genetisch heute mehr umstritten als je. Wenn es deshalb heute ganz allgemein als wenig dankbar gelten darf, über Erze zu schreiben, so ist es besonders schwierig, den jungen Studenten in diese Wissenschaft durch Heraushebung ihrer Grundzüge einzuführen.

Daran mag es wohl auch liegen, daß wir ein diesem Bedürfnis genügendes Buch nicht besitzen; denn die Schrift des verewigten Bergrates von Groddeck, deren Umfang allenfalls für die Zwecke des Anfängers geeignet ist, stammt aus dem Jahre 1879, ist also vielfach veraltet, abgesehen davon, daß sie nur die Lagerstätten behandelt.

Mein Hauptbestreben bei Abfassung des vorliegenden Buches war, in kürzester Form wiederzugeben, was wir über Erze und Erzlagerstätten zur Zeit wissen oder annehmen. Auf möglichste Systematisierung, möglichste Knappheit des Ausdruckes, möglichste Heraushebung des Wichtigen richtete ich mein Hauptaugenmerk. So sind bei der Behandlung der Lagerstätten

unter vielfacher Zugrundelegung des trefflichen Werkes von Richard Beck nur die Hauptvorkommen wiedergegeben, in mineralogischer Hinsicht betonte ich unter Fortlassung alles Zahlenmäßigen (mit Ausnahme des Prozentgehaltes an Metall) die Genese und die charakteristischen Erkennungsmerkmale der Erze, in technischer Hinsicht behandelte ich nur die Grundzüge der Verarbeitung der Erze, nicht aber die Reindarstellung der Metalle.

Der Sinn für Erze und Erzvorkommen ist spezifisch deutsch: in den altehrwürdigen Ganggebieten des Erzgebirges und des Harzes lebt er bei den Männern der Praxis von alters her. Ein sicheres Fundament aber erhält unser Bergbau und Hüttenwesen erst durch gründliche theoretische Kenntnisse unserer Studenten. Möge diesen die vorliegende Schrift Ausgangspunkt zu weiteren Studien werden!

Breslau, im Juli 1904.

Dr. Arthur Sachs.

Inhalts-Verzeichnis.

Einleitung: Seite

Erze, Erzlagerstätten, Metalle 1

I. Teil: Allgemeines.

I. Von dem stofflichen Inhalt der Erzlagerstätten 3

Erstes Kapitel: Von den metallischen Mineralien oder Erzen 4

§ 1. Mineralien, die vorzugsweise als Erze auftreten . 4

§ 2. Von der Bildung der Erze 5

§ 3. Von dem Zusammenvorkommen der Erze 7

§ 4. Von der Umbildung der Erze 8

Zweites Kapitel: Die Begleitmineralien der Erze (Gang- und Lagerarten) 9

Drittes Kapitel: Von den Gesteinen 9

§ 1. Gesteinsbildende Mineralien 9

§ 2. Bildung und Einteilung der Gesteine 10

§ 3. Umbildung der Gesteine 12

II. Von den räumlichen Verhältnissen der Erzlagerstätten . 13

Erstes Kapitel: Plattenförmige Erzlagerstätten 13

§ 1. Flöze und Lager 14

§ 2. Gänge 17

Zweites Kapitel: Unregelmäßig begrenzte Erzlagerstätten: Stöcke und Stockwerke, Imprägnationen und Seifen . . 22

III. Von der Einteilung der Erzlagerstätten 23

Erstes Kapitel: Syngenetische, d. h. gleichzeitig mit dem Nebengestein entstandene Lagerstätten mit vorwiegend oxydischen Erzen 23

§ 1. Durch Sublimation entstandene (Zinnstein) . . . 23

§ 2. Aus Schmelzfluß gebildete magmatische Erzausscheidungen von unregelmäßiger Begrenzung . . 24

§ 3. Syngenetische Erzlagerstätten als schichtige Absätze aus Lösungen 25
a) im ursprünglichen Zustande 25
b) dynamometamorph oder kontaktmetamorph verändert 25
Zweites Kapitel: Epigenetische, d. h. nach ihrem Nebengestein — fast ausschließlich durch Einwirkung wässeriger Lösung — entstandene Lagerstätten mit vorwiegend sulfidischen Erzen 26
§ 1. Schichtige Erzimprägnationen und Kieslager in kieseligem Nebengestein 27
§ 2. Meist stockförmige metasomatische Verdrängungen in kalkigem Nebengestein 28
§ 3. Gangfüllungen 29
Drittes Kapitel: Erzseifen = sekundäre Lagerstätten (Trümmerlagerstätten) 30

II. Teil: Spezielles.

Erze für die einzelnen Metalle, ihre Lagerstätten und Vorkommen, sowie ihre hüttentechnische Verwertung 32
Golderze 32
Silbererze 35
Platinerze 37
Quecksilbererze 38
Kupfererze 39
Bleierze 42
Zinkerze 44
Kadmiumerze 45
Zinnerze 46
Eisenerze 46
Manganerze 51
Chromerze 52
Molybdänerze 53
Wolframerze 53
Uranerze 54
Nickelerze 55
Kobalterze 56
Arsenerze 57
Antimonerze 58
Wismuterze 59

Anhang.

Tabelle der wichtigsten Erzvorkommen in geologisch-petrographischer Hinsicht 60
A. In kristallinen Schiefern 60

B. In Sedimentgesteinen 61
Kambrium 61
Silur 61
Devon 62
Karbon 62
Dyas 62
Trias 63
Jura 63
Kreide 63
Tertiär 63
Alluvium und Diluvium 64
C. In Eruptivgesteinen 64
1. In Tiefengesteinen oder deren Umwandlungsprodukten (Graniten, Syeniten, Dioriten, Gabbros, Serpentinen) 64
2. In älteren Ergußgesteinen (Porphyren, Porphyriten, Diabasen, Melaphyren) 65
3. In jungen Ergußgesteinen (Lipariten, Trachyten, Andesiten, Basalten) 65
Sachregister 66
Ortsregister 71

Einleitung.

Unter **Erzen** hat man Minerale oder Mineralgemenge zu verstehen, aus denen im Großen in wirtschaftlich lohnender Weise ein Schwermetall gewonnen werden kann.

Ausgangsmaterialien für die Gewinnung der Leichtmetalle (d. h. der Metalle mit spez. Gewicht unter 5), wie für das Aluminium der Beauxit und Kryolith, für das Magnesium der Carnallit, für das Natrium Soda und Kochsalz, sind nicht zu den Erzen zu zählen.

Erzlagerstätten sind lokale Anhäufungen von Erzen.

Für die Bezeichnung eines Minerales als Erz ist einerseits der Wert des zu extrahierenden Metalles maßgebend: irgendein Gestein mit 5 oder 10% Eisenoxyd ist nicht als Eisenerzlagerstätte anzusehen, dagegen wird ein Gang mit $^1/_2$% Silber schon für abbauwürdig, ein Quarzgang mit $^1/_{20}$% Gold schon für außerordentlich reich gelten.

Andererseits kommt der jeweilige Stand der Hüttentechnik in Betracht: Kobalt und Nickel waren ursprünglich Schimpfnamen für Massen, in denen der Bergmann im Erzgebirge zu Joachimsthal und Schneeberg vergebens Silber erwartete, und die er deshalb als Nichterze auf die Halde warf. Ebenso ist die Zinkblende Oberschlesiens erst seit der Zeit Erz, wo man sie zu verhütten lernte; früher begnügte man sich mit dem in geringerer Teufe anstehenden Galmei.

Aufgabe des Hüttenmannes (Metallurgen) ist es, aus den von dem Bergmanne gewonnenen Erzen das Metall zu extrahieren.

Und zwar handelt es sich im Großen um das „Ausbringen“ folgender **Metalle:**

Der edlen Schwermetalle:
Gold, Silber, Platin, Quecksilber.

Der unedlen Schwermetalle:
Kupfer,
Blei, Zink, Kadmium,
Zinn,
Eisen, Mangan,
Chrom, Molybdän, Wolfram, Uran,
Nickel, Kobalt.

Der Sprödmetalle:
Arsen, Antimon, Wismut.

Erster Teil.

Allgemeines.

I. Von dem stofflichen Inhalt der Erzlagerstätten.

Die Erzlagerstätten werden von **Mineralien** und **Gesteinen** in verschiedenstem Gemisch zusammengesetzt. Bei den Mineralien wiederum hat man zwischen den metallischen Mineralien oder **Erzen** einerseits und den nichtmetallischen Begleitmineralien der Erze, die der Bergmann als **Gangart** oder **Lagerart** bezeichnet, andererseits zu unterscheiden. Die erzreichen Partien einer Lagerstätte heißen Erzmittel, die erzarmen oder erzleeren taube Mittel. Man teilt die Erzmittel ein in:

1. Erzsäulen;
2. diagonal verlaufende Erzfälle = Adelsvorschübe;
3. nesterförmige Erzmittel.

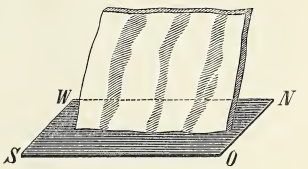

Fig. 1. Erzsäulen nach Groddeck.

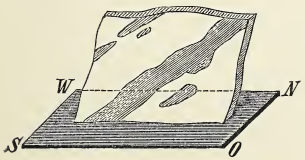

Fig. 2. Erzfälle (Adelsvorschübe) nach Groddeck.

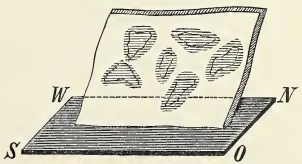

Fig. 3. Erznester nach Groddeck.

Ein Vorwalten der Erzmittel heißt der Adel einer Lager-

stätte, der Übergang von einem tauben Mittel zu einem Erzmittel Veredelung, der umgekehrte Übergang Vertaubung.

Reiche Erzmittel, besonders solche beim Silberbergbau, werden oft Bonanzas genannt.

Erstes Kapitel:

Von den metallischen Mineralien oder Erzen.

§ 1. Mineralien, die vorzugsweise als Erze auftreten.

Die metallischen Mineralien oder Erze gehören nicht einer bestimmten Mineralklasse an, sondern sie rekrutieren sich aus den verschiedensten Mineralklassen. Es gehören dazu gediegene Metalle, Sauerstoffverbindungen der Metalle und die verschiedensten Metallsalze. Vor allem aber sind es Schwefelverbindungen der Metalle, die als Erze in Betracht kommen. Auch Verbindungen der Metalle mit Arsen spielen eine nicht unbeträchtliche Rolle.

Als **gediegene Metalle** finden sich in der Natur: Gold *Au*, Silber *Ag*, Platin *Pt*, Quecksilber *Hg*, Kupfer *Cu*, Arsen *As*, Antimon *Sb*, Wismut *Bi*.

Von **Sauerstoffverbindungen** der Metalle seien das Rotkupfererz Cu^2O, das Rotzinkerz ZnO, der Zinnstein SnO^2, der fast ausschließlich als Zinnerz in Betracht kommt, die oxydischen Eisenerze: Roteisenerz (Eisenglanz) Fe^2O^3, Brauneisenerz $2\,Fe^2O^3 . 3\,H^2O$ und Magneteisenerz (Magnetit) Fe^3O^4, die Manganoxyde, von denen in der Technik der Braunstein MnO^2 das wichtigste ist, sowie der Chromeisenstein $FeO . Cr^2O^3$, das einzige Chromerz, erwähnt.

Von **Metallsalzen** spielen wohl die Karbonate als Erze die größte Rolle; die basischen Karbonate des Kupfers: Malachit $CuCO^3 . Cu(OH)^2$ und Kupferlasur $2\,CuCO^3 . Cu(OH)^2$, das Bleikarbonat (Weißbleierz) $PbCO^3$, das Zinkkarbonat (Zinkspat) $ZnCO^3$, das Eisenkarbonat (Spateisenstein) $FeCO^3$ gehören hierher; aber auch Chloride, wie das Chlorsilber (Silberhornerz) $AgCl$, Sulfate, wie Bleivitriol $PbSO^4$, Chromate, wie Rotbleierz $PbCrO^4$, Molybdate, wie Gelbbleierz $PbMoO^4$, Wolframate, wie Wolframit $(Fe, Mn)WO^4$ und Scheelit

$Ca\,WO^4$, Uranate, wie das Uranpecherz $(U, Pb^2)^3.(U\,O^6)^2$, Phosphate, wie Buntbleierz $Pb^5\,(Cl, F)\,[P\,O^4]^3$, Silikate, wie das Kieselzinkerz $H^2Zn^2\,Si\,O^5$ und der als Nickelerz wichtige Garnierit $(Mg, Ni)\,Si\,O^3 + n\,H^2O$.

Am allerbedeutsamsten aber sind die **Schwefelverbindungen der Metalle** für den Erzbergbau, sei es, daß es sich um die einfachen Sulfide, wie Silberglanz $Ag^2\,S$, Zinnober $Hg\,S$, Kupferglanz $Cu^2\,S$, Bleiglanz $Pb\,S$, Zinkblende $Zn\,S$, Molybdänglanz $Mo\,S^2$, Antimonglanz $Sb^2\,S^3$, Wismutglanz $Bi^2\,S^3$, oder um Sulfosalze, wo die Metalle außer mit Schwefel besonders noch mit Eisen, Arsen oder Antimon verbunden sind, handelt, zu welch letzteren wichtige Silbererze, wie die Rotgülden $Ag^3\,As\,S^3$ bezw. $Ag^3\,Sb\,S^3$ und der Stephanit (Sprödglaserz) $5\,Ag^2\,S.Sb^2\,S^3$ und wichtige Kupfererze, wie Kupferkies $Cu\,Fe\,S^2$, Buntkupfererz $Cu^3\,Fe\,S^3$ und Kupferfahlerz $Cu^3\,As\,S^3$ bezw. $Cu^3\,Sb\,S^3$ gehören.

Die Schwefelverbindungen des Eisens: der überaus häufige Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit) $Fe\,S^2$, sowie der Magnetkies $Fe\,S$ sind nur bedingt als Eisenerze anzusehen, da Schwefel das Eisen rotbrüchig macht. Dagegen ist letzterer wegen seines oftmals sehr bedeutenden Nickelgehaltes ein wichtiges Nickelerz.

Als **Arsenverbindungen** endlich treten namentlich Nickel, Kobalt und Eisen auf. Der Rotnickelkies $Ni\,As$, die Kobalterze: Speiskobalt $Co\,As^2$ und Glanzkobalt $Co\,As\,S$, sowie die Arsenerze: Arsenkies $Fe\,As\,S$ und Arsenikalkies $Fe\,As^2$ sind hier zu nennen.

§ 2. Von der Bildung der Erze.

Wie haben sich die Erze in der Natur gebildet? Nun, wie alle Mineralien, auf dreifachem Wege:

1. Aus dem **gasförmigen** Zustande (durch Sublimation).
2. Durch Erstarrung aus **schmelzflüssiger** Lösung.
3. Der bei weitem häufigste Fall: durch Ausscheidung aus **wässeriger** Lösung.

Es ist aber hervorzuheben, daß jedes Erz, wie jedes Mineral, nicht bloß durch eine dieser 3 Möglichkeiten, sondern auf verschiedene Weise entstanden sein kann.

1. Die **Bildung durch Sublimation** ist zweifellos der seltenste Fall. Besonders die sogenannte direkte Sublima-

tion ist bei Erzen sehr selten, wenn sie auch beim Realgar $As^2 S^2$ und beim Auripigment $As^2 S^3$, die übrigens nur lokal als Arsenerze in Betracht kommen, beobachtet worden ist. Dagegen ist die sogenannte indirekte Sublimation, d. h. die Einwirkung zweier verschiedener Dämpfe aufeinander, für die Erzbildung durchaus nicht zu vernachlässigen. Wenn flüchtige Metallchloride oder -fluoride mit Wasserdampf oder Schwefelwasserstoff zusammentreffen, so bildet sich neben Salzsäure, bezw. Flußsäure das entsprechende Metalloxyd, bezw. Metallsulfid: $Fe^2 Cl^6 + 3 H^2 O = Fe^2 O^3$ (Eisenglanz) $+ 6 H Cl$. In analoger Weise können Magnetit, Rotkupfererz und die verschiedensten Metallsulfide entstehen; besonders aber ist die Bildung des Zinnsteines wohl durch Einwirkung von Wasserdampf auf Zinnfluoriddämpfe zu erklären.

2. Die **Bildungen der Erze aus Schmelzfluß** haben in der Neuzeit ganz besonderes Interesse, namentlich durch die Untersuchungen von J. H. L. Vogt, erlangt; es gehören hierher die Erzbildungen, die sich aus einem glutflüssigen Eruptivmagma durch einen Spaltungsprozeß, den man als „magmatische Differentiation“ bezeichnet, ausgeschieden haben. Es sind dies:

a) Gediegene Metalle: Gediegenes Platin und Eisennickellegierungen.

b) Oxyde: Magneteisenstein und Chromeisenstein.

c) Sulfide: Nickelhaltiger Magnetkies (und Kupfersulfide).

3. Die **Ausscheidung aus Wasser** ist der bei weitem häufigste und wichtigste Fall.

Folgende Möglichkeiten sind zu unterscheiden:

a) Absätze durch Temperaturveränderung oder Entweichen des Lösungsmittels.

Von besonderer Bedeutung ist hier das Entweichen der Kohlensäure aus dem Wasser, das eine erhebliche Verminderung der Lösungsfähigkeit, also eine Ausscheidung der gelösten Substanzen, zur Folge hat.

Und in besonders hohem Maße wird die Löslichkeit der Karbonate durch Kohlensäure beeinflußt; daher gehört hierher besonders die Ausscheidung der karbonatischen Erze: des Spateisensteines, des Manganspates, des Zinkspates, Weißbleierzes, des Malachites und der Kupferlasur.

Viel weniger kommt die direkte Ausscheidung aus wässeriger Lösung bei Sulfiden in Betracht; es gehört hierher die Bildung von Zinnober aus Thermalwässern.

b) Ausscheidung infolge von Oxydations- oder Reduktionsvorgängen:

Oxydation findet am liebsten bei Eisen und Mangan statt, so daß sich statt der Oxydulkarbonate sehr häufig die Hydroxyde: Brauneisenerz und Manganit, ausscheiden.

Reduktion wird entweder durch Gase (Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoffe) oder durch organische Substanzen veranlaßt. Der Reduktionsprozeß ist namentlich bei der Bildung von Sulfiden (seltener bei der von gediegenen Metallen) aus Sulfaten wichtig.

c) Ausscheidung infolge chemischer Umsetzung:

Zwei Lösungen geben infolge Zusammentreffens Niederschläge: der wichtigste Fall, der für die Erzbildung auf Gängen von einschneidender Bedeutung ist. Er tritt immer ein, wenn aus den aufeinander stoßenden Lösungen eine unlösliche Verbindung hervorgehen kann. Beispiel: Schwefelnatrium und schwefelsaures Zink geben Schwefelzink (Zinkblende) und schwefelsaures Natrium.

Auch die Ausscheidung aus Lösungen durch elektrische Erdströme dürfte namentlich bei der Bildung gediegener Metalle mit in Frage kommen.

§ 3. Von dem Zusammenvorkommen der Erze.

Breithaupt nannte das gesetzmäßige Zusammenvorkommen der Mineralien Paragenese. Es seien folgende Erzparagenesen erwähnt:

1. Gold- und Silbererze.
2. Gold, Schwefelkies, Antimon- und Arsenerze.
3. Silber- und Bleierze.
4. Silber- und Kupfererze.
5. Sulfidische Kupfererze mit Schwefelkies oder Magnetkies.
6. Blei- und Zinkerze.
7. Zinn-, Molybdän- und Wolframerze (oft von Bor- und Fluormineralien begleitet).
8. Eisen- und Manganerze.
9. Kobalt-, Nickel-, Wismut- und Uranerze, oft mit edlen Silber- und Arsenerzen.

§ 4. Von der Umbildung der Erze.

1. Umbildung durch die Atmosphärilien: Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure.

a) Wasseraufnahme: Roteisenerz wird zu Brauneisenerz, Braunit zu Manganit.

b) Oxydation: Magneteisenerz wird Roteisenerz, Spateisenstein wird Brauneisenstein, Manganspat zu Manganit; letztere beiden also unter gleichzeitiger Wasseraufnahme; die Schwefelmetalle werden zu Sulfaten vitriolisiert: Eisenkies zu Eisenvitriol, Kupferkies zu Kupfer- bezw. Eisenvitriol, Bleiglanz zu Bleivitriol, Silberglanz zu Silbersulfat, und aus diesen Sulfatlösungen entstehen vielfach weiterhin nach den besprochenen Gesetzen der Erzbildung Neubildungen, indem sie entweder weiter oxydiert werden (Eisenvitriol zu Brauneisenstein), oder indem sie reduziert werden (Kupfersulfat zu metallischem Kupfer, Silbersulfat zu metallischem Silber), oder indem Kohlensäure (seltener Salzsäure, Kieselsäure, Phosphorsäure) sich mit ihnen zu Metallkarbonaten (Malachit und Kupferlasur, Weißbleierz, Zinkspat) oder zu Metalloxyden (Roteisenerz, Rotkupfererz), seltener zu Metallchloriden (Silberhornerz), Metallsilikaten (Kieselzinkerz), Metallphosphaten (Buntbleierz) umsetzen.

Ebenso wie die Schwefelverbindungen werden auch Arsen- und Antimonverbindungen oxydiert: es entstehen Arsenblüte $As^2\,O^3$, Antimonblüte $Sb^2\,O^3$, Kobaltblüte $Co^3\,[As\,O^4]^2 + 8\,H^2O$, Nickelblüte $Ni^3\,[As\,O^4]^2 + 8\,H^2O$.

Alle diese Umbildungsprodukte der Erze finden sich vornehmlich im „Ausgehenden“ der Lagerstätten, d. h. in dem Teil, der von der Erdoberfläche geschnitten wird, und den der Bergmann wegen des steten Vorwaltens von Eisenoxyd den „eisernen Hut“ nennt. Der Bergmann bezeichnet diese Umwandlungserscheinungen als sekundäre Teufenunterschiede.

2. Umbildungen der Erze durch Hitzewirkung (pyrochemische Prozesse) sowie durch Druckwirkung sind weit seltener. Von Bedeutung ist die Umwandlung der Eisenerze zu Roteisenerz oder Magneteisenerz, sowohl durch Hitzewirkung (Kontaktmetamorphose), wie durch Druckwirkung (Regionalmetamorphose = Dynamometamorphose).

Zweites Kapitel:

Die Begleitmineralien der Erze.

Neben den metallischen Mineralien oder Erzen unterscheidet der Bergmann die nichtmetallischen Begleitmineralien (tauben Mittel), die er als **Gangart**, wenn sie in Gängen, als **Lagerart**, wenn sie in Lagern vorkommen, bezeichnet. Es sind folgende:

1. Quarz.
2. Karbonspate: Kalkspat, Braunspat, Eisenspat, Dolomit, Magnesit, Manganspat.
3. Schwerspat (Baryt), Flußspat (Fluorit), Apatit.
4. Silikate, wie Apophyllit, seltener und meist als Lagerart Feldspat, Augit, Hornblende, Glimmer, Granat, Epidot.
5. Gips.

Die nichtmetallischen und die metallischen Mineralien finden sich oft in charakteristischen Kombinationen (Erzformationen), auf die man namentlich früher großen Wert legte.

Drittes Kapitel:

Von den Gesteinen.

Neben den Mineralien nehmen Gesteine an der Zusammensetzung der Erzlagerstätten einen wesentlichen, oft den Hauptanteil. Das Charakteristikum der Gesteine im Gegensatz zu den Mineralien ist die Aggregation, die Zusammenhäufung der einzelnen Mineralindividuen zu Komplexen, die in wesentlicher Weise zum Aufbau der festen Erdrinde beitragen.

§ 1. Gesteinsbildende Mineralien.

Gerade die nichtmetallhaltigen Mineralien sind in hohem Maße gesteinsbildend, vor allem Silikate, wie die Feldspate, die Augite und Hornblenden, die Glimmer und Chlorite, Nephelin und Leucit, Olivin, und von Nichtsilikaten Quarz und Kalkspat (nebst Dolomit).

§ 2. Bildung und Einteilung der Gesteine.

Man teilt die Gesteine in 3 Gruppen:

1. Eruptivgesteine.
2. Sedimentgesteine.
3. Kristallinische Schiefer (besonders erzreich).

1. Die **Eruptivgesteine** sind aus dem Erdinnern als feurigflüssige Massen (Magmen) emporgedrungen. Sie zerfallen in Tiefengesteine (mit körniger Struktur), wo also das heraufdringende Magma in der Erdkruste stecken geblieben ist, und in Oberflächen- oder Ergußgesteine (mit entweder glasiger oder porphyrischer[1]) Struktur), wo das Magma sich an der Erdoberfläche ergossen hat. Die Oberflächengesteine wiederum teilt man in ältere (vortertiäre) und jüngere (tertiäre und nachtertiäre) ein. Bei der Einteilung der Eruptivgesteine ist aber auch die mineralogische Zusammensetzung zu beachten und in Kombination beider Gesichtspunkte kann man folgende Tabelle der wichtigsten Eruptivgesteine aufstellen:

	Kalifeldspat + Quarz	Kalifeldspat ohne Quarz	Kalknatronfeldspat + Glimmer, Hornblende oder Augit	Basischer (d. h. kalkreicher) Kalknatronfeldspat + Augit	Kein Feldspat, wesentlich aus Olivin bestehend
Tiefengesteine	Granit	Syenit	Diorit	Gabbro	Peridotit (Olivinfels)
ältere Ergußgesteine	Quarzporphyr	Quarzfreier Porphyr	Porphyrit	Melaphyr, Diabas	
jüngere Ergußgesteine	Liparit	Trachyt	Andesit	Basalt	

Ein prinzipieller Unterschied zwischen Tiefengesteinen und Ergußgesteinen besteht also der Zusammensetzung nach nicht.

[1]) Porphyrische Struktur: Kristalle eingesprengt in einer dichten Grundmasse.

Der Granit ist mineralogisch ebenso zusammengesetzt wie Quarzporphyr und Liparit. Und dasselbe ist bei den anderen Gruppen hervorzuheben. Der Unterschied ist ein rein struktueller, hervorgerufen durch die verschiedenen Erstarrungsbedingungen.

Die Gesteine werden von links nach rechts in der Tabelle immer basischer, d. h. säureärmer: die Gesteine der Granitgruppe (Granit, Quarzporphyr, Liparit) bestehen aus Kalifeldspat + Quarz, die der Syenitgruppe (Syenit, Porphyr, Trachyt) sind durch den Wegfall des Quarzes schon basischer. Bei der Dioritgruppe (Diorit, Porphyrit, Andesit) und der Gabbrogruppe (Gabbro, Melaphyr, Diabas, Basalt) ist der Kalifeldspat durch den an sich schon basischeren Kalknatronfeldspat ersetzt, und der Kalknatronfeldspat der Gabbroreihe wiederum ist basischer, d. h. kalkreicher, als der der Dioritreihe. Der Peridotit endlich enthält durch den Wegfall des Feldspates noch weniger Kieselsäure als der Gabbro.

2. **Sedimentgesteine** sind Absätze aus Wasser. Ihr Charakteristikum ist die Schichtung. Die wichtigsten Sedimentgesteine sind Kalke (und Dolomite), Sandsteine und Schiefer. Mit Hilfe der Petrefakten ist es gelungen, folgende Gliederung der Sedimentgesteine vorzunehmen.

Geologische Formationen:

Neozoische Periode	Quartiär	Alluvium Diluvium.
	Tertiär	
Mesozoische Periode	Kreide	
	Jura	Keuper Muschelkalk. Buntsandstein.
	Trias	
Paläozoische Periode	Dyas(Perm)	Zechstein Rotliegendes
	Karbon	Produktives Karbon Kulm und Kohlenkalk.
	Devon	
	Silur	
	Kambrium.	

3. Die **kristallinen Schiefer** (geologisch die archäische Periode) sind Gesteine von noch zweifelhafter Entstehung. Es gehören hierher: Gneiße, Glimmerschiefer und Phyllite (Urtonschiefer), ferner Chlorit- und Talkschiefer. Häufig sind Einlagerungen von Kalken, Quarziten und Hornblendegesteinen, sowie Durchbrüche von Tiefengesteinen: Graniten, Syeniten, Dioriten, Gabbros, Olivinfelsen, aus welch letzteren vornehmlich Serpentine entstanden. Jedenfalls hat wohl bei der Bildung der kristallinen Schiefer der Gebirgsdruck wesentlich mitgespielt. Sehr bemerkenswert ist ihr Erzreichtum.

§ 3. Umbildung der Gesteine.

1. Auch bei den Gesteinen bringen die **Atmosphärilien:** Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure, die Hauptveränderungen hervor; zu nennen sind: Die Serpentinisierung des Olivins (auch des Augites) in den Gesteinen, die Kaolinisierung und Epidotisierung ihrer Feldspate, die Karbonatisierung der verschiedenen Silikate, die Dolomitisierung des Kalksteines.

2. Veränderungen der Gesteine durch **Druck** (Dynamometamorphose = Regionalmetamorphose) sind vor allem mechanische und struktuelle, aber auch Mineralumwandlungen kommen dabei in Betracht.

3. Veränderungen durch **schmelzflüssige Magmen** (Kontaktmetamorphose): Die wichtigsten hieher gehörigen Fälle sind die Umwandlung von Kalkstein zu grobkörnigem Marmor und zu Kalksilikaten, sowie die Umwandlung der Tonschiefer zu Hornfelsen (das sind durch und durch kristalline, aus Quarz, Glimmer, Andalusit etc. bestehende Gesteine).

II. Von den räumlichen Verhältnissen der Erzlagerstätten.

Man teilt in räumlicher Hinsicht die Lagerstätten ein in:

a) Plattenförmige:

1. Flöze und Lager,
2. Gänge.

b) Unregelmäßig begrenzte:

Stöcke und Stockwerke, Imprägnationen und Seifen.

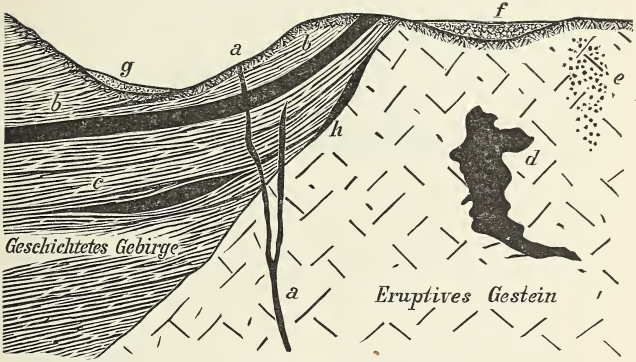

Fig. 4. Lagerstätten nach Treptow.
a Gang, *b* Flöz, *c* Lager, *d* Stock, *e* Imprägnation, *f* oberflächliches Lager, *g* Seife, *h* Kontaktlagerstätte.

Erstes Kapitel:

Plattenförmige Lagerstätten.

Das sind solche, bei denen zwei Dimensionen: Länge und Breite, vorwalten, während die dritte: die Dicke (Mächtigkeit), zurücktritt. Das Nebengestein, auf welchem die Lagerstätte ruht, heißt das Liegende (die Sohle), das Gestein über der Lagerstätte heißt das Hangende (das Dach). Die plattenförmigen Lagerstätten haben im allgemeinen eine gegen die wagerechte Ebene geneigte Lage. Man bestimmt ihre Lage im Raume durch Angabe des Streichens und Fallens.

Das Streichen — d. i. die Horizontalerstreckung — einer Lagerstätte gibt man durch die Abweichung der Streichlinie von der Nord-Südrichtung an; die Streichlinie ist eine in der als Ebene gedachten Lagerstätte wagerecht verlaufende Linie. Das Fallen ist der Winkel, den die Ebene der Lagerstätte mit der Horizontalebene bildet.

Der Bergmann bestimmt das Streichen mit dem Kompaß, das Fallen mit dem Gradbogen.

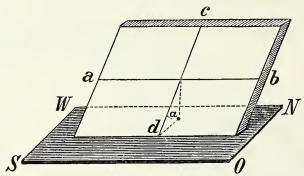

Fig. 5. Streichen und Fallen nach Groddeck.
a b ist Streichlinie, α ist das Fallen.

Man symbolisiert das Streichen durch einen einfachen Strich, das Fallen durch einen Pfeil und den Fallwinkel durch eine nebenstehende Zahl. So bedeutet

eine Lagerstätte, die von NO nach SW streicht, und mit einem Winkel von 40° gegen SO zu einfällt. Horizontal gelagerte Lagerstätten haben selbstverständlich kein Streichen und Fallen. Der Teil der Lagerstätte, der von der Tagesoberfläche geschnitten wird, heißt das Ausgehende, der Ausstrich oder Ausbiß.

Die Mächtigkeit ist oft wechselnd: wächst sie, so „tut sich die Lagerstätte auf", wird sie geringer, so „verdrückt" sie sich, wird sie gleich Null, so „keilt sich die Lagerstätte aus".

§ 1. Flöze und Lager.

Erzflöze und Erzlager sind Erzanhäufungen, welche der Schichtung oder Schieferung des sie einschließenden Gesteines

parallel verlaufen. Flöze haben eine bedeutende Horizontalausdehnung bei meist geringer, aber ziemlich konstanter Mächtigkeit. Lager haben geringe Horizontalausdehnung, aber meist bedeutende Mächtigkeit. Letztere ist nicht konstant, so daß gern Erzlinsen entstehen.

Die ursprüngliche Ablagerung der Flöze und Lager ist im wesentlichen horizontal. In sehr vielen Fällen aber wird diese Lagerung verändert:

1. Durch Aufrichtung der Schichten;
2. durch Faltungen und Knickungen;
3. durch Verwerfungen.

1. **Aufrichtungen** finden unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel statt. Wird der Winkel 90°, so stehen die Schichten „saiger“ oder „auf dem Kopfe“. Geht der Winkel über 90° hinaus, so findet eine „Überkippung“ statt, indem das Hangende zuunterst liegt und von dem Liegenden bedeckt wird.

2. Die **Faltungen** bewirken die Bildung von Sätteln (Antiklinalen) und Mulden (Synklinalen). Die Kombination eines Sattels und einer Mulde nennt man eine Falte.

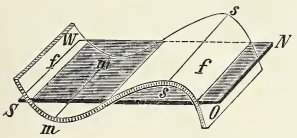

Fig. 6. Modell einer Falte, als Kombination eines Sattels und einer Mulde nach Groddeck.

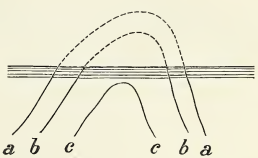

Fig. 7. Luftsattel nach Köhler.

Die geneigt liegenden Teile *f* nennt man Sattel-, bezw. Muldenflügel. Die Linien *mm* bezw. *ss* zwischen den Flügeln *f* nennt man Muldenlinie bezw. Sattellinie.

Durch Abschwemmung von Sätteln entstehen Luftsättel.

Denkt man sich bei einer Falte die Flügel nicht durch gebogene Partien verbunden, sondern winkelig gegeneinander abgesetzt, so entsteht eine Knickung.

Wenn sich horizontale Schichten auf aufgerichteten oder

gefalteten auflagern, dann liegt nicht mehr eine konkordante, sondern eine diskordante oder ungleichmäßige Überlagerung vor.

3. **Verwerfungen** sind Zerreißungen der Schichten derartig, daß die entstehenden Teile ein verschiedenes Niveau erhalten. Man bezeichnet die Niveauveränderung als Sprunghöhe.

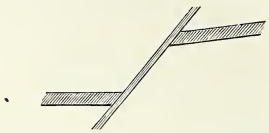

Fig. 8. Verwerfung nach Köhler.

Sinken die Seiten ab, so entsteht ein Horst, sinkt die Mitte ab, so entsteht eine Grabenversenkung.

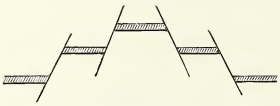

Fig. 9. Horst.

Fig. 10. Grabenversenkung.

Die Wände an Verwerfungen sind oft mit Furchen durchzogen oder glatt poliert, sie heißen Rutschflächen, Spiegel oder Harnische. Oft sind an der Verwerfungskluft die Schichtenköpfe umgebogen („geschleppt"). Die Faltenverwerfungen bezeichnet man als Überschiebungen; bei ihnen wird im Gegensatz zu den Spaltenverwerfungen (Sprüngen) der hangende Gebirgsteil aufwärts geschoben.

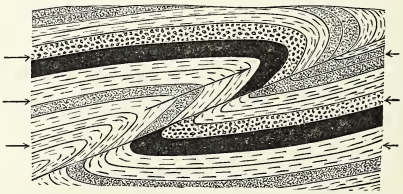

Fig. 11. Umbiegung der Schichtenköpfe bei einer Faltenverwerfung nach Treptow.

§ 2. Gänge.

Sie besitzen für den Erzbergbau die größte Bedeutung.

Gänge sind wiederausgefüllte Spalten in der festen Erdrinde; jeder Gang ist also jünger als das Nebengestein.

Die meisten Gänge sind im Gegensatz zu den Flözen und Lagern „Quergänge“, d. h. sie durchschneiden die Schichtung des Nebengesteines.

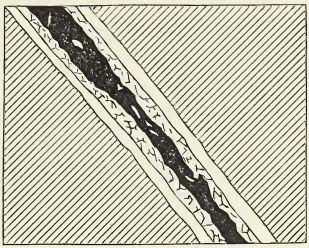

Fig. 12. Quergang nach R. Beck.

Gänge, die ausnahmsweise das gleiche Streichen und Fallen wie das Nebengestein besitzen, heißen „Lagergänge“.

Sie unterscheiden sich aber immer noch durch ihre Bildung, die immer später als die des umgebenden Nebengesteines erfolgte, von den eigentlichen Lagern.

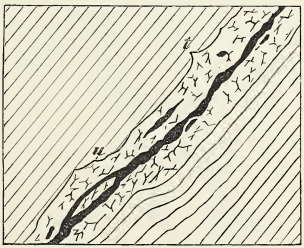

Fig. 13. Lagergang nach R. Beck.
Bei *u* totale Überschneidung, bei *t* kleines Seitentrum.

Eine Abart der Lagergänge stellen die Sattelgänge der australischen Goldvorkommen dar: Ausfüllungen von sattelförmig

gebogenen Spalten, die bei der Faltung des Nebengesteines, gleichlaufend mit diesem, aufgerissen sind.

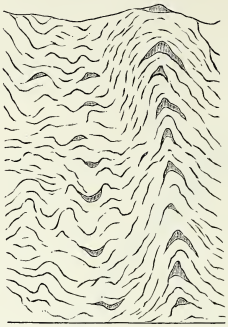

Fig. 14. Sattelgänge nach Schmeisser.

Gänge an der Grenze eines Sedimentgesteines und eines Eruptivgesteines heißen „Kontaktgänge“.

Die Berührungsflächen eines Ganges mit dem Nebengestein heißen Salbänder.

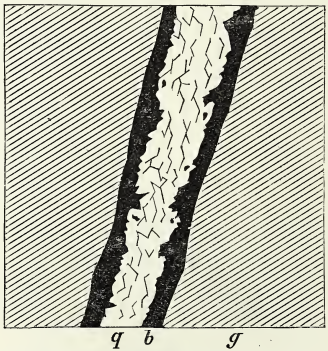

Fig. 15. Einfacher Gang nach R. Beck.
q Quarz, *b* Zinkblende, *g* grauer Gneiß.

Oft finden sich an den Salbändern lettige Massen: „Lettenbesteg.“

Einfache Gänge nennt man die Ausfüllung einer Spalte.

Zusammengesetzte Gänge sind Ausfüllungen eines Spaltensystemes.

Einfache Gänge haben meist zwei scharfe Salbänder, zusammengesetzte meist nur ein Salband und einen Lettenbesteg.

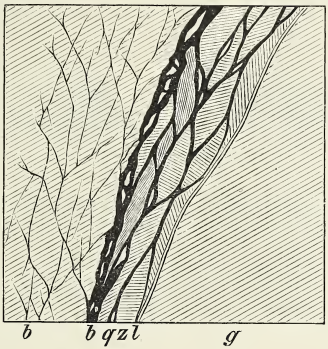

Fig. 16. Zusammengesetzter Gang nach R. Beck.
b Bleiglanz, *q* Quarz, *z* Schollen zersetzten Gneißes, *l* Lettenbesteg, *g* grauer Gneiß.

Die Dimensionen der Gänge sind sehr wechselnd; die Mächtigkeit schwankt von wenigen Zentimetern bis zu einigen Metern, ja auch 40 *m* Mächtigkeit sind beobachtet worden.

Das Streichen der Gänge geht oft meilenweit; die größte Teufe beim Gangbergbau wurde zu Přibram mit 1126 *m* erreicht.

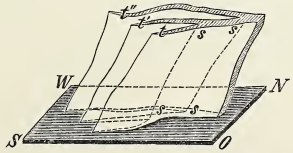

Fig. 17. Gangtrümer nach Groddeck.

Gänge von geringer streichender oder fallender Ausdehnung nennt man Trümer. Bogentrümer laufen von einem Haupt-

gange ab und vereinigen sich wieder mit ihm („scharen“ sich wieder an ihn).

Diagonaltrümer setzen von einem Gange ab und scharen sich an einen andern.

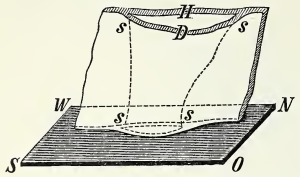

Fig. 18. Bogentrum nach Groddeck.

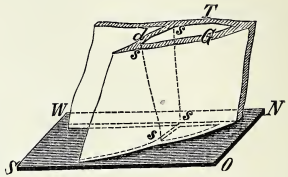

Fig. 19. Diagonaltrum n. Groddeck.

Verhalten der Gänge im Streichen. Ein System parallel streichender, lang ausgedehnter Gänge nennt man Gangzug; kreuzen sich mehrere Gangzüge, so entstehen Netzgänge. Man unterscheidet in Sachsen nach dem Streichen:

Stehende Gänge,	zwischen	N.	und	NO.	streichend,
Morgengänge,	„	NO.	„	O.	„
Spatgänge,	„	O.	„	SO.	„
Flache Gänge,	„	SO.	„	S.	„

Ändert ein Gang sein Streichen, so „kommt er aus der Stunde“, bei plötzlichen und starken, aber kurzen Änderungen des Streichens „schlägt er einen Haken“, „wirft einen Bauch“, „macht eine Wanne“.

Verhalten der Gänge im „Fallen“. In Bezug auf das Fallen, welches bei Gängen meist mehr als 45° beträgt, unterscheidet man:

Schwebende Gänge	von	0°—15°	einfallend,
flachfallende	„	15°—45°	„
tonnenlägige	„	45°—75°	„
saigere	„	75°—90°	„

Ein rechtsinnig fallender Gang fällt nach derselben Richtung ein wie die durchsetzten Schichten, ein widersinnig fallender in entgegengesetzter Richtung.

Verhalten der Gänge beim Zusammentreffen. Folgende Fälle sind zu unterscheiden:

1. Zwei Gänge kreuzen sich: beide sind gleichalterig.
2. Zwei Gänge durchsetzen sich: der eine Gang (*b*) ist jünger als der andere (*a*).

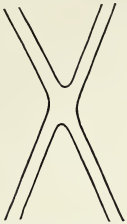

Fig. 20. Zwei Gänge kreuzen sich.

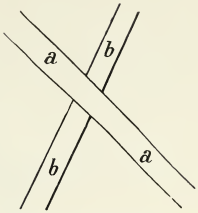

Fig. 21. Zwei Gänge durchsetzen sich.

3. Zwei Gänge scharen oder schleppen sich, wenn sie auf längere Zeit nebeneinander bleiben.

Fig. 22. Zwei Gänge scharen oder schleppen sich.

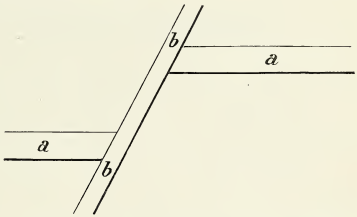

Fig. 23. Grundriß. Ein Gang wird durch einen anderen verworfen.

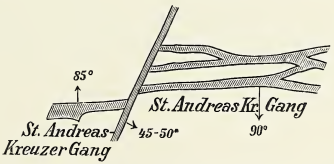

Fig. 24. Grundriß. Gangablenkung mit Zertrümerung nach Zimmermann.

4. Ein Gang (*a*) wird durch einen anderen jüngeren (*b*) verworfen; der verworfene „stößt von dem Verwerfer glatt ab“, wird von ihm „abgeschnitten“.

5. Ein Gang (*b*) wird von einem anderen älteren (*a*) abgelenkt, wenn er sich vor ihm zertrümert oder aber sich mit ihm schleppt.

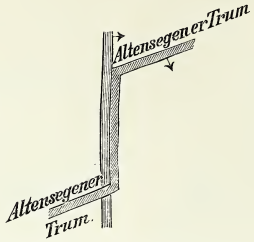

Fig. 25. Grundriß. Gangablenkung mit Schleppung nach Zimmermann.

Zweites Kapitel:

Unregelmäßig begrenzte Erzlagerstätten.

Zu ihnen gehören Erzstöcke, Stockwerke, Erzimprägnationen und Erzseifen. (Siehe Abbildung 4: Lagerstätten.)

Erzstöcke sind unregelmäßig, aber scharf begrenzte Erzanhäufungen von großen Dimensionen innerhalb des Nebengesteines.

Stockwerke sind Gesteinsmassen, welche dicht von Erzgängen durchsetzt sind und auch zwischen den Erzgängen reichlich mit Erz erfüllt sind.

Erzimprägnationen sind Zonen im Gestein, in denen Erze in kleineren und größeren Körnern in Menge eingesprengt sind.

Erzseifen sind Anhäufungen von Erzpartikeln in Trümmergesteinen, d. h. in Gesteinen, die durch Zerstörung anderer entstanden sind.

III. Von der Einteilung der Erzlagerstätten.

Wir teilen die Erzlagerstätten nach ihrer Bildungsweise und nach dem Gesichtspunkte ihrer zeitlichen Beziehungen zum Nebengestein ein und stellen in Anlehnung an das Stelzner-Beckesche System folgende Klassifizierung auf:

A. Syngenetische, das heißt gleichzeitig mit dem Nebengestein entstandene Lagerstätten mit vorwiegend oxydischen Erzen:

1. Durch Sublimation entstandene (Zinnstein),

2. aus Schmelzfluß gebildete magmatische Erzausscheidungen (von unregelmäßiger Begrenzung),

3. als schichtige Absätze aus Lösungen gebildete:

a) im ursprünglichen Zustande,

b) dynamometamorph oder kontaktmetamorph verändert.

B. Epigenetische, d. h. nach ihrem Nebengestein (fast ausschließlich durch Einwirkung wässeriger Lösungen) entstandene Lagerstätten mit vorwiegend sulfidischen Erzen:

1. Schichtige Erzimprägnationen und Kieslager in kieseligem Nebengestein,

2. meist stockförmige metasomatische Verdrängungen in kalkigem Nebengestein,

3. Gangfüllungen.

C. Erzseifen = sekundäre Lagerstätten (Trümmerlagerstätten).

Erstes Kapitel:

Syngenetische, das heißt gleichzeitig mit dem Nebengestein entstandene Lagerstätten mit vorwiegend oxydischen Erzen.

§ 1. Durch Sublimation entstandene.

Ein seltener Fall. Man wird nicht fehlgehen, wenn man die bekannten Zinnstockwerke des sächsisch-böhmischen Erzgebirges (Altenberg, Zinnwald, Graupen), sowie das analoge — von Kupfererzen begleitete — Vorkommen in Cornwall auf die Einwirkung von Wasserdampf auf Dämpfe von Zinnfluorid zurückführt und annimmt, daß die Dämpfe zugleich mit dem emporquellenden granitischen Magma aufgestiegen sind.

§ 2. Aus Schmelzfluß gebildete magmatische Erzausscheidungen von unregelmäßiger Begrenzung.

Diese Erzlagerstätten sind dadurch entstanden, daß in dem glutflüssigen Magma eines Eruptivgesteines durch einen als „magmatische Differentiation“ bezeichneten, aber in seinem Wesen noch nicht erforschten Prozeß eine Konzentration der basischsten, metallreichsten Partien stattfand. Es ist bei der Bildungsweise dieser Lagerstätten selbstverständlich, daß sie von unregelmäßiger Begrenzung (Stöcke, Imprägnationen) sind.

Es gehören hieher:

a) Metallische Ausscheidungen: Platin und Eisennickellegierungen.

b) Oxydische Ausscheidungen: Magnetit und Chromeisenerz.

c) Sulfidische Ausscheidungen: nickelhaltiger Magnetkies (und Kupfersulfide).

a) Metallische Ausscheidungen. Bildung des Platins in Olivingesteinen (Peridotiten) und daraus entstandenen Serpentinen, wie das bekannte uralische Vorkommen von Nischne Tagilsk, wo jedoch erst ein sekundärer Prozeß: die Umwandlung zu Seifenlagerstätten nämlich, eine Abbauwürdigkeit herbeiführte. Ferner die Ausscheidungen von Eisennickellegierungen in Basalten oder Peridotiten, wie die des Eisens von Ovifak auf der Insel Disko an der Westküste von Grönland, oder die des als Awaruit bezeichneten Nickeleisens von Neuseeland.

b) Oxydische Erzausscheidungen. Bildung von Magneteisen in Porphyren, wie die Vorkommen der Wissokaja Gora und der Gora Blagodat im mittleren Ural und der lappländischer Lagerstätten von Kiirunavaara und Luossavaara; oder in olivinreichem Gabbro, wie am Taberg am Wettersee in Schweden; ferner die Ausscheidung von Chromeisenerz in Olivingesteinen und daraus entstandenen Serpentinen, wie zu Hestmandö im nördlichen Norwegen, zu Kraubath in Obersteiermark.

c) Sulfidische Erzausscheidungen. Hierher gehört mit Sicherheit nur die Ausscheidung nickelhaltigen Magnetkieses in Gabbrogesteinen, wie zu Sudbury in Canada,

Ringerike und Espedal in Norwegen, Varallo in Piemont, während die primäre Konzentration von Kupfersulfiden in Serpentingesteinen, wie am Monte Catini in Toskana, noch zweifelhaft ist.

§ 3. Syngenetische Erzlagerstätten als schichtige Absätze aus Lösungen.

Hierher gehören mit Sicherheit nur oxydische Eisen- und Manganerze. Es handelt sich hier um Erzlager oder Erzflöze, die als chemische Ausfällungen aus wässeriger Lösung innerhalb der Sedimentgesteine oder der kristallinen Schiefer auftreten.

a) Schichtige Erzabsätze **im ursprünglichen Zustande.** Der ursprüngliche Absatz erfolgte als Karbonate oder als Hydroxyde. Zu ersteren gehört die Bildung des Spateisensteins, wie zu Eisenerz in Steiermark und zu Hüttenberg in Kärnten, bezw. seiner tonigen oder kohligen Varietäten, die sich als Toneisenstein (Sphärosiderit), bezw. Kohleneisenstein (blackband) allerorts in allen Formationen, besonders aber im Karbon, finden. Der wichtigste Fall der Hydroxydbildung ist die des Brauneisenerzes in seinen verschiedenen Varietäten als oolithischer Brauneisenstein (die phosphorhaltige Minette), als Bohnerz, als Raseneisenstein, als Sumpf- und Morasterz, als Seeerz.

b) Schichtige Erzabsätze **dynamometamorph oder kontaktmetamorph verändert.** Entweder durch den Gebirgsdruck (Dynamometamorphose) oder unter dem Einflusse eines Eruptivgesteines (Kontaktmetamorphose) erfolgte die Umwandlung der Eisenerze zu Roteisenstein, bezw. Magneteisenstein.

Beispiele für dynamometamorph veränderte Vorkommen sind die Vorkommen in den kristallinen Schiefern Nordamerikas (in den Staaten New York, New Jersey und Pennsylvania, sowie die Roteisenerzflöze des Negauneedistriktes südlich vom oberen See), Skandinaviens (Dannemora, Grängesberg und Gellivara in Schweden, Arendal in Norwegen), Rußlands (Kriwoï Rog nahe dem Donetz-Steinkohlenbecken) und Nordafrikas (Mokta-el-Hadid).

Die kontaktmetamorphen Vorkommen sind durch eine Reihe von typischen Kontaktmineralien: Granat, Epidot, Wollastonit, Vesuvian in kalkigem, Andalusit, Chiastolith, Cordierit, Skapolith in kieseligem Nebengestein ausgezeichnet. Außer Magnetit und Eisenglanz finden sich auf ihnen auch Kupfer- und Eisensulfide, die möglicherweise (nach Klockmann) durch Einwirkung von schwefeligen Emanationen des Magmas auf Kupfer- und Eisenoxyde entstanden sind. Zu den kontaktmetamorphen Lagerstätten rechnet man die Eisenerzvorkommen von Christiania, die Magnetitlager von Berggießhübel in Sachsen und Schmiedeberg in Schlesien, die Eisenglanzlagerstätte der Insel Elba, die Kupfereisenerzlagerstätten des Banates (Moravitza, Dognacska, Oravitza, Csiklowa, Szaszka), sowie die Kupfererzvorkommen von Mednorudjansk und Bogoslowsk am Ural.

Die oxydischen Manganerze sind den Eisenerzen durchaus analog gebildet und metamorphosiert. Es gehören hierher in den kristallinen Schiefern die Vorkommen von Langban in Wermland, von Minas Geraës in Brasilien und möglicherweise das zinkhaltige von Sterling Hill in New-Jersey, im Karbon die Vorkommen von Huelva in Spanien, im Mesozoikum die Manganerzlager Chiles und im Tertiär die transkaukasischen Manganerze.

Zweites Kapitel:

Epigenetische, d. h. nach ihrem Nebengestein — fast ausschließlich durch Einwirkung wässeriger Lösung — entstandene Lagerstätten mit vorwiegend sulfidischen Erzen.

Es handelt sich hier um Zuführung von Erzen in schon bestehendes Nebengestein. Diese Zuführung kann naturgemäß prinzipiell wiederum erfolgen durch Dämpfe, Schmelzflüsse oder wässerige Lösungen. Es ist das Verdienst Klockmanns betont zu haben, daß man die Wirkung der beiden erstgenannten Agentien für die Erzzuführung bei weitem überschätzt hat, indem er zeigte, daß der Magnetit, das Haupterz kontaktmetamorpher Lagerstätten, nicht

als ein Zuführungsprodukt des Eruptivgesteines, sondern nur als ein Umwandlungsprodukt des schon im durchbrochenen Gestein vorhandenen Erzes anzusehen ist. Es bleibt also als das Hauptagens für die Erzzuführung die wässerige Lösung übrig.

Die Frage nach der Herkunft der erzhaltigen Lösungen ist von höchster Bedeutung für die Erzlagerstättenforschung. Während die Anhänger der Aszensionstheorie (A. W. Stelzner in Freiberg) aufsteigende, vornehmlich heiße Quellen heranziehen, meinen andere Forscher, daß die Lösungen als Sickerwässer von oben nach unten gehend ihren Erzgehalt erlangten, entweder aus der Zerstörung auflagernder Gesteine (die Deszensionstheorie von A. G. Werner in Freiberg), oder durch seitliche Auslaugung des Nebengesteines (die Lateralsekretionstheorie: Bischof und Sandberger). Gegenwärtig stellt man, wohl mehr als es den wirklichen Verhältnissen entspricht, die Aszensionstheorie in den Vordergrund.

Je nachdem nun die wässerigen Lösungen auf kieseliges oder kalkiges Nebengestein oder auf Spalten stießen, entstanden schichtige Erzimprägnationen, metasomatische Verdrängungen oder die überaus wichtigen Gangfüllungen.

§ 1. Schichtige Erzimprägnationen und Kieslager in kieseligem Nebengestein.

Diese Gruppe von Lagerstätten steht gegenwärtig im Mittelpunkt des Interesses und ist die meistumstrittene. Es handelt sich um schichtige feinverteilte Erzpartikel vorwiegend sulfidischer Erze mit nichtkalkigem Nebengestein innerhalb der kristallinen Schiefer oder der Sedimentgesteine, die sich bis zur Bildung großer Erzkomplexe anreichern können. Es ist hervorzuheben, daß hervorragende Erzlagerstättenforscher, wie Klockmann, diese Vorkommen großenteils nicht für epigenetisch, sondern für gleichzeitig mit dem Nebengestein gebildet halten.

Die berühmtesten Beispiele für **Erzimprägnationen** sind die Eisenkupferfahlbänder von Kongsberg und die Kobaltfahlbänder von Skuterud und Snarum in den

kristallinen Schiefern Norwegens, die Goldquarzlager, die Mansfelder Kupferschiefer, die Knottenerze (Bleierz in Buntsandstein) von Commern in der Rheinprovinz, die Silbersandsteine von Utah, die Zinnobervorkommen von Almaden in Spanien und von Idria in Krain.

Möglicherweise spielt bei der Bildung der Erzimprägnationen die Erscheinung der Adsorption (Kohler) eine Rolle, indem gewisse Stoffe, namentlich Ton, die Fähigkeit besitzen, von durchlaufenden Lösungen einen Teil der gelösten Stoffe zurückzuhalten.

Die Hauptrepräsentanten größerer Erzkomplexe innerhalb eines nichtkalkigen Nebengesteines sind die sogenannten **Kieslager;** das sind lager-, linsen- oder stockförmige sulfidische Erzmassen (meist Schwefelkies und Kupferkies) in Urgebirgsschichten und paläozoischen Schiefern, wie die Vorkommen von Rio Tinto (in Huelva in Spanien), vom Rammelsberg am Harz, von Röraas und Sulitelma in Norwegen, von Falun in Schweden. Die Auffassung solcher Erzmassen als syngenetisch erscheint nicht angängig. Andererseits begegnet aber auch die epigenetische Erklärungsweise insofern Schwierigkeiten, als ja die chemische Einwirkung der Erzlösungen auf das kieselige Nebengestein nicht intensiv gewesen sein kann. Es erscheint wahrscheinlich, daß es sich vielfach bei Bildung der Kieslager entweder um eine Verdrängung kalkiger Partien, oder um Spaltenausfüllungen im Nebengestein handelt, so daß die Kieslager zum Teil zu den metasomatischen Verdrängungen, zum Teil zu den Lagergängen zu rechnen wären.[1])

§ 2. Meist stockförmige metasomatische Verdrängungen in kalkigem Nebengestein.

Die metasomatischen Verdrängungen stellen eine intensivere Einwirkung der Erzlösungen auf das Nebengestein dar, als die Erzimprägnationen. Die Erzlösungen stießen bei ihnen vorwiegend auf kalkiges oder dolomitisches Nebengestein, und dieses ermöglichte eine

[1]) So hatte Verfasser bei einer Befahrung des Rammelsberger Kieslagers den Eindruck, daß es sich hier um einen Lagergang handelt, dessen Bildung aber schon vor der Gebirgsfaltung beendet war.

viel weiter gehende Umwandlung zu Erz, als das nichtkalkige bei den Erzimprägnationen. Es kommen hier sulfidische, aber auch oxydische Erze in Betracht; in erster Linie Blei- und Zinkerze, wie zu Altenberg bei Aachen (die Vieille Montagne), zu Beuthen—Tarnowitz in Oberschlesien, zu Raibl und Bleiberg in Kärnten, zu Derbyshire und Cumberland, am Monte Poni auf Sardinien, zu Laurion in Attika und in Nordamerika im Mississippital und in Missouri, sowie im Eurekadistrikt in Nevada und zu Leadville in Colorado.

Aber auch metasomatische Eisenerzstöcke, wie zu Bilbao an der Bai von Biscaya in Spanien und in Oberschlesien, und Manganerzstöcke, wie im Kreise Wetzlar, sind von großer Bedeutung.

§ 3. Gangfüllungen.

Die Bildung der Erze auf Gängen ist der wichtigste Fall überhaupt. Er tritt ein, wenn die Erzlösungen auf Klüfte im Gestein auftreffen. Bezüglich der stofflichen und räumlichen Verhältnisse der Gänge ist bereits im ersten und zweiten Abschnitt das Notwendige gesagt worden. Der Erzgehalt der Gänge ist ein vorwiegend sulfidischer, nur beim Eisen und Mangan finden sich oxydische Gangvorkommen, wie die Spateisensteingänge im Devon des Siegener Landes (der Stahlberg bei Müsen) und die Manganvorkommen von Ilfeld am Harz in Porphyriten der Dyas.[1])

Gänge können naturgemäß sowohl in den kristallinen Schiefern, wie in Sedimentgesteinen, wie in Eruptivgesteinen auftreten.

Von berühmten Gangvorkommen **in den kristallinen Schiefern** sei zunächst das Erzgebirge erwähnt: die Silberbleierzgänge von Freiberg, die Gänge der edlen Silberkobaltformation von Joachimsthal und Schneeberg, die auch Nickel-, Arsen-, Wismut- und Uranerz führen, sind allgemein bekannt. Ferner gehört das früher hochberühmte

[1]) Die Zinnstockwerke sind nach unserer Auffassung nicht zu den Gangfüllungen zu rechnen, da wir eine syngenetische Bildungsweise annahmen.

Silbergangvorkommen in den Fahlbändern von Kongsberg in Norwegen hieher. Von Kupfergangvorkommen könnte man die Gänge in den Hornblendeschiefern von Kupferberg in Schlesien hier nennen.

In Sedimentgesteinen setzen die kambrische Schichten durchschneidenden Silber-Bleierzgänge von Přibram in Böhmen, und die dem Silur, Devon und Kulm angehörigen Silber-Bleierzgänge des Harzes (Harzgerode—Neudorf, Andreasberg, Clausthal) auf. Ebenso gehören die Goldquarzgänge Australiens und Californiens großenteils in diese Gruppe. Auch die Bleiglanzgänge im Devon des rheinischen Schiefergebirges, die Kobaltgänge (Kobaltrücken) im Mansfelder Kupferschiefer wären hier zu erwähnen.

In Eruptivgesteinen endlich wollen wir die großartigen Kupfervorkommen in den Melaphyren des Oberen Sees in Nordamerika anführen, ferner die Gold-Silbererzgänge in den jungvulkanischen Gesteinen Ungarn—Siebenbürgens (Schemnitz und Kremnitz, Vöröspatak, Nagyag, Felsöbanya, Kapnik), die auch reichlich Antimonit führen, und die analogen, aber viel großartigeren in Nevada in Nordamerika (der Comstock Lode), als deren Fortsetzung möglicherweise die Silbererzgänge Mexikos, Perus, Bolivias, und die Silber-Kupfererzgänge Chiles (im Gebiete der Atakama) aufzufassen sind. Endlich ist hier der Zinnobergänge Californiens (Sulphur-Bank in der Nähe des Clear Lake, Great Western, New-Almaden und New-Idria) zu gedenken, deren Entstehung durch aufsteigende heiße Quellen zu erklären ist, und die zu der gegenwärtig wohl etwas zu starken Betonung der Aszensionstheorie mit Veranlassung gaben.

Drittes Kapitel:

Erzseifen = sekundäre Lagerstätten (Trümmerlagerstätten).

Durch Zerstörung und Wiederablagerung sowohl syngenetischer wie epigenetischer Erzlagerstätten entstehen die Erzseifen. Das Hauptagens hierbei ist wiederum das Wasser

mit vorwiegend mechanischer, aber auch chemischer Wirkung. Da die Seifenlagerstätten immer unmittelbar an der Erdoberfläche liegen, so fallen sie früher in die Augen, als die auf primärer Lagerstätte anstehenden Erze, und sind daher in den verschiedenen Ländern meist zuerst Gegenstand des Bergbaues. Die wichtigsten Erzseifen sind die des Goldes (Ural und Sibirien, Californien, Brasilien, Australien, Alaska), des Platins (Nischne Tagilsk am Ural) und des Zinnsteins (Hinterindien: Malacca, Bangka und Billiton, sowie Australien und Tasmania.) Auch Eisenseifen sind bekannt, kommen aber in der Jetztzeit wenig in Betracht, während ältere Vorkommnisse, wie die Brauneisenerzseifen von Peine in Hannover in Mergeln der Kreide wichtig sind.

Zweiter Teil.

Spezielles.

Erze für die einzelnen Metalle, ihre Lagerstätten und Vorkommen, sowie ihre hüttentechnische Verwertung.

Golderze.

Abgesehen von einigen sehr seltenen Tellurverbindungen des Goldes, von denen die ungarischen Vorkommen von **Schrifterz (Sylvanit)** $Au\,Ag\,Te^4$ und **Blättererz (Nagyagit)** $Au^2\,Pb^{10}\,Sb^2\,Te^6\,S^{15}$ die wichtigsten sind, sowie von **goldhaltigen Arsen-, Schwefel- und Kupferkiesen** ist das **natürliche Gold** *Au* selber das wichtigste Golderz, das aber stets mehr oder weniger Silber enthält.

Charakteristik der Golderze.

1. Gediegenes Gold: Im anstehenden Gestein in Kristallen, besonders in Würfeln, Oktaedern und Rhombendodekaedern, die oft plattenförmig, drahtförmig oder in gestrickten Formen verzerrt sind, vielfach auch nur kleine Flitterchen darstellen; auf Seifenlagerstätten dagegen in kleinen rundlichen Körnern oder in größeren Klumpen (nuggets). Speisgelb oder messinggelb, oft mit Schwefelkies verwechselt. Schwer, weich, geschmeidig, goldfarbener Strich.

2. Schrifterz: Charakteristische schriftähnliche Gruppierung der monoklinen Kristalle, stahlgrau bis silberweiß und lichtgelb.

3. Blättererz: Rhombische, sehr weiche, dunkelbleigraue, schuppig-blätterige Massen, die eine vorzügliche Spaltbarkeit zeigen.

Lagerstätten des Goldes. Man bezeichnet das regulärkristallinische Gold auf primärer Lagerstätte im anstehenden Gestein als Berggold, dagegen das rundlich-körnige, auf sekundärer Lagerstätte im Flußsande vorkommende als Seifen- oder Waschgold.

I. Berggold.

a) Gangförmig:

1. Sehr quarzreich und meist von Eisenkies oder Arsenkies begleitet, in kristallinen und in paläozoischen Schiefern: die Goldquarzgänge Australiens und Californiens. Auch in Graniten: zu Beresowsk am Ural.

2. Sehr silberreich in jüngeren Eruptivgesteinen, die dem Andesit nahestehen, wie Propylit, Dacit: die ungarisch-siebenbürgischen Vorkommen, der Comstockgang in Nevada.

b) Als Imprägnation:

1. In kristallinen Schiefern, besonders als linsenförmige sogenannte Goldquarzlager: atlantische Staaten Nordamerikas, Brasilien, Zell im Zillertal.

2. In paläozoischen Sandsteinen und Konglomeraten: das Vorkommen vom Witwatersrand in Transvaal.

II. Seifengold.

Im Sande der heutigen Flüsse, aber auch in älteren Flußschottern: Californien, Australien, Sibirien, Alaska.

Die wichtigsten **Goldvorkommen** sind folgende:

1. Californien: 1848 entdeckt, anfangs nur die Seifen, aber diese durch Raubbau ausgebeutet, so daß heute das meiste Gold bergmännisch aus den Gängen (der Mother Lode) gewonnen werden muß.

2. Nevada; hier der berühmte Comstock Lode, der reichste Gold-Silbergang der Welt, der in jungvulkanischem, dem Andesit nahestehendem Gestein auftritt.

Eng verwandt diesem Vorkommen ist das des Distriktes von Cripple-Creek in Colorado.

3. Alaska, 1896 entdeckt, im Gebiete des Klondike im canadischen Yukonbezirke, außerordentlich reiche Seifen.

4. Australien, seit 1851 im Großen ausgebeutet. Hier finden sich alle Arten des Vorkommens vereint. Die wichtigsten

Distrikte sind Viktoria, Neusüdwales und Queensland (der Mt. Morgan), sowie Neuseeland. In neuester Zeit erregt der Goldreichtum Westaustraliens (die Goldfelder von Coolgardie und Murchison) großes Aufsehen.

5. Das uralische und sibirische Rußland; am Ural wurde merkwürdigerweise das Berggold (quarzhaltige Gänge in einem als Beresit bezeichneten granitischen Gestein) vor dem Seifengold schon 1745 entdeckt; viel wichtiger aber sind die uralischen und ostsibirischen Goldseifen.

6. Südafrika; 1884 das berühmte Vorkommen vom Witwatersrand in Transvaal entdeckt; es handelt sich hier um Quarzkonglomerate, in deren kieseligem Bindemittel Gold und besonders goldhaltiger Schwefelkies auftritt.

7. In Europa ist nur noch Ungarn-Siebenbürgen (Schemnitz und Kremnitz, Nagyag, Vöröspatak, Offenbanya, Felsöbanya, Kapnik) als Goldland zu bezeichnen; das Vorkommen ist, analog dem von Nevada, ein gangförmiges in jungvulkanischen Gesteinen (der Spitaler Gang).

Die südamerikanischen Vorkommen (Brasilien) sind sehr zurückgegangen; ebenso gehört die Bedeutung des Goldvorkommens in deutschen Landen (am Heinzenberg im Zillertal, am Goldberg von Rauris, am Rathausberg bei Gastein, zu Eule in Böhmen, zu Freiwaldau und Zuckmantel in Österreich.-Schlesien, bei Liegnitz und Goldberg in Schlesien) der Vergangenheit an.

Verarbeitung des Golderzes.

1. Mechanische Waschprozesse: besonders beim Seifengold (großartige Anwendung der Hydraulik in Californien).

2. Chemische Prozesse:

a) Amalgamationsverfahren: Lösung des Goldes in Quecksilber und Abdestillieren des letzteren.

b) Chlorierungsverfahren: Einwirkung von Chlorgas auf die abgerösteten Erze, Auslaugung des sich bildenden Goldchlorides und Fällung des Goldes durch Eisenvitriol oder durch Abfiltrieren über Holzkohle.

c) Cyanidverfahren: Auslaugung der Erze durch Cyankaliumlösung, Ausfällung des Goldes aus dem sich bildenden Goldcyankalium durch Zinkspäne oder noch häufiger elektrolytisch auf Bleiplatten, die man dann dem Treibherde übergibt.

Silbererze.

1. Gediegenes Silber *Ag*.
2. Silberglanz = Glaserz = Argentit Ag^2S (87,07% *Ag*).
   Sprödglaserz = Melanglanz = Stephanit $Ag^5\ Sb\ S^4$ (68,50% *Ag*).
   Lichtes Rotgülden = Proustit $Ag^3\ As\ S^3$ (65,40% *Ag*).
   Dunkles Rotgülden = Pyrargyrit $Ag^3\ Sb\ S^3$ (59,97% *Ag*).
   Silberhornerz = Chlorsilber = Kerargyrit *Ag Cl* (75,27% *Ag*).
3. Silberhaltiger Bleiglanz und silberhaltige Kupfererze, sowie silberhaltiges Fahlerz (Weißgültigerz).

Weniger wichtig ist das Antimonsilber = Dyskrasit $Ag^2\ Sb$ und der Eugenglanz = Polybasit $Sb\ S^6$ (*Ag, Cu*)^9.

Charakteristik der Silbererze.

1. Gediegenes Silber: Regulär, größte Neigung zu dendritischen Formen. Sehr große Neigung zu haar-, draht- und zahnförmigen Bildungen (Silberzahn!). Meist gelb, rot oder schwarz angelaufen. Weich und geschmeidig.

2. Silberglanz: Charakteristisch blaugraue, sehr geschmeidige Würfel (oft mit dem Oktaeder), oder in Kristallgruppen.

3. Stephanit: Mild, bleigrau bis eisenschwarz; rhombisch, typisch pseudohexagonaler Habitus (wie Kupferglanz).

4. Die Rotgülden: Wundervoll bordeauxrote bis bleigraue, meist langsäulige hexagonal-rhomboedrisch-hemimorphe Verbindungen; Diamantglanz.

5. Silberhornerz: Reguläre lederfarbene, hornartige Würfel.

Lagerstätten der Silbererze. Nie auf sekundärer Lagerstätte. Fast ausschließlich auf Gängen, die in kristallinen Schiefern, in Eruptivgesteinen (hier besonders mit Gold zusammen) und in Sedimentgesteinen aufsetzen. Im „Hut" der Gänge findet sich besonders gediegenes Silber und Chlorsilber. Die häufigsten Gangarten sind Kalkspat, Flußspat, Schwerspat, Quarz.

Sehr selten als Imprägnation, wie in den Silbersandsteinen von Utah.

Silbererzvorkommen (fast ausschließlich Ganggebiete).

1. In Amerika, vorwaltend an Eruptivgesteine geknüpft:

in Nevada (der Comstock Lode), in Mexiko (zu Pachuca und Guanajuato), in Peru (zu Pasco), in Bolivia (bei Oruro und bei Potosi) und in Chile (bei Chañarcillo und bei Caracoles).

2. In Australien: Das großartige Vorkommen silberhaltigen Bleiglanzes in den kristallinen Schiefern von Brokenhill in Neu-Südwales.

3. In Europa:

a) In den mit Kiesen imprägnierten kristallinen Schiefern (Fahlbändern) von Kongsberg in Norwegen;

b) in den Gneißen und Glimmerschiefern des sächsisch-böhmischen Erzgebirges (zu Freiberg, Schneeberg, Marienberg, Annaberg, Joachimsthal und Johanngeorgenstadt);

c) im Silur, Devon und Unterkarbon des Harzes (zu Harzgerode-Neudorf, Andreasberg und Clausthal). Vielfach treten aber hier, besonders zu Andreasberg, auch erzleere, nur mit Lettenbesteg versehene Klüfte (faule Ruscheln) auf;

d) in den kambrischen Schiefern und Grauwacken von Přibram in Böhmen;

e) das ungarisch-siebenbürgische Silber-Goldrevier, das dem von Nevada durchaus analog ist, wurde schon beim Gold erwähnt.

Verarbeitung der Silbererze.

1. Amalgamation, in Amerika als Patioprozeß angewendet, früher auch im Erzgebirge und am Harz üblich. Man mischt in Amerika das gemahlene Erz mit Wasser, Kochsalz, geröstetem Kupferkies und Quecksilber; letzteres bildet mit dem Silber Amalgam, aus dem man das Quecksilber abdestilliert.

2. Verbleiungsprozeß: Zusammenschmelzen der Erze mit Blei, bezw. silberhaltigem Bleiglanz; hieraus wird Silber abgeschieden:

a) Durch Pattinsonieren: Man schmilzt die Bleisilberlegierung und schöpft das beim Erkalten sich zuerst abscheidende reine Blei ab.

b) Durch Parkesieren: Man schmilzt die Bleisilberlegierung mit Zink zusammen, welches das Silber dem Blei entzieht. Aus der Zinksilberlegierung wird das Zink abdestilliert.

Da sowohl beim Pattinsonieren wie beim Parkesieren das zurückbleibende Silber noch bleihaltig ist, so wird es der Treib-

arbeit unterworfen, indem in tiegelförmigen Flammöfen das Blei zu Bleioxyd oxydiert wird, welches abfließt.

3. Nasse Prozesse: Hauptsächlich bei silberhaltigen Kupfererzen angewendet.

a) Augustinsches Verfahren: Die Erze werden chlorierend geröstet, das Chlorsilber wird durch heiße Kochsalzlösung ausgelaugt und daraus das Silber durch Kupfer abgeschieden.

b) Ziervogelsches Verfahren: Die Erze werden einfach geröstet, das entstehende Silbersulfat wird durch Wasser ausgelaugt und hieraus das Silber durch Kupfer oder elektrolytisch abgeschieden.

Platinerze.

Das technisch allein in Betracht kommende Erz ist das **natürliche Platin** *Pt* selber, das aber stets mit Gold, Eisen, Kupfer, Blei und besonders mit den sogenannten Platinmetallen: Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Ruthenium legiert ist. Ein sehr seltenes Platinerz ist der Sperrylith $PtAs^2$ aus der Provinz Ontario in Canada.

Charakteristik des Platinerzes. Gediegenes Platin: Kristalle äußerst selten, meist in rundlich-löcherigen Körnchen oder Klumpen; stahlgrau bis silberweiß, sehr schwer, härter als Gold und Silber.

Lagerstätten. In abbauwürdiger Weise findet sich Platin nur auf sekundärer Seifenlagerstätte. Das primäre Auftreten im Olivinfels und daraus entstandenem Serpentin (oftmals zusammen mit Chromeisenstein) beruht, wie Vogt nachgewiesen hat, auf einem magmatischen Differentiationsprozeß.

Das wichtigste **Vorkommen** ist Nischne-Tagilsk am Ural, welcher 95% des gesamten Platins liefert. Sonst findet sich Platin in wesentlicher Menge nur noch in Kolumbien (hier in der Provinz Chocó zuerst gefunden und im Jahre 1735 nach Europa gebracht). Californien, Brasilien, Borneo, Domingo und Australien liefern weit geringere Mengen.

Verarbeitung des Platinerzes. Man behandelt das vom Nebengestein durch mechanisches Waschverfahren getrennte Erz

mit Königswasser, dampft zur Trockene und erhitzt auf 125°. Hierauf löst man den Rückstand in verdünnter Salzsäure und fällt durch Salmiak das Platin als Ammoniumplatinchlorid. Dieses glüht man, wobei Platin als graue poröse Masse (Platinschwamm) zurückbleibt; den Platinschwamm endlich schmilzt man in Kalktiegeln mit Hilfe des Knallgasgebläses zusammen.

Quecksilbererze.

Das technisch allein in Betracht kommende Quecksilbererz ist der **Zinnober** *Hg S* (86,2% *Hg*).

Charakteristik des Quecksilbererzes. Zinnober: In tafeligen, cochenilleroten, durchscheinenden, diamantglänzenden, hexagonal-trapezoedrisch-tetartoedrischen Kristallen, öfter aber in derben roten, durch ihre Schwere auffallenden Massen. Derber, durch Ton verunreinigter Zinnober ist das Quecksilberlebererz; treten noch Kohlenwasserstoffe hinzu, so entsteht das dunkle Korallenerz.

Lagerstätten. Die Lagerstätten des Zinnobers sind teils zu den Erzimprägnationen, teils zu den Gängen zu rechnen. Genetisch interessant sind die Vorkommen von Sulphur-Bank in Californien und der Steamboat Springs in Nevada, weil sich an ihnen die Bildung des Zinnobers aus Thermalwässern beobachten läßt.

Vorkommen.

1. Zu Almaden im südl. Spanien in silurischen Sandsteinen.

2. Zu Idria in Krain in triassischen Tonschiefern und Dolomiten.

3. In Californien: Die Vorkommen von Sulphur Bank, Great Western, New Almaden und New Idria; es handelt sich hier um Serpentin, Trachyte und Basalte, die mit Schichten der Kreide- und Tertiärformation verknüpft sind.

Von sonstigen Vorkommen sind in Europa noch die des Monte Amiata in Toskana, des Avalaberges bei Belgrad und von Nikitowka im Gouvernement Jekaterinoslaw erwähnenswert. Die Gruben der Rheinpfalz (Moschellandsberg) sind als abgebaut zu betrachten. Einstmals berühmt waren die Gruben von Huancavelica in Peru.

Verarbeitung des Quecksilbererzes.

1. Röstung des Zinnobers in Flammöfen; schon bei mäßiger Temperatur verbrennt sein Schwefel zu Schwefeldioxyd, die Quecksilberdämpfe verdichtet man in Kammern: $Hg\,S + 2\,O = Hg + SO^2$.

2. (Viel seltener) Destillation mit entschwefelnden Zuschlägen, wie Kalk und Eisen, in eisernen Retorten.

Kupfererze.

1. **Gediegenes Kupfer** *Cu*.
2. Sulfidische:
   Kupferglanz = **Chalkosin** = **Redruthit** Cu^2S (79,83% *Cu*).
   Buntkupfererz = **Bornit** FeS^3Cu^3 (55,5% *Cu*).
   Kupferkies = **Chalkopyrit** $Fe\,S^2\,Cu$ (34,52% *Cu*).
   Kupferfahlerz $Sb\,S^3\,Cu^3$, bezw. $As\,S^3\,Cu^3$ (33—52% *Cu*).
3. Oxydische:
   Rotkupfererz = **Cuprit** Cu^2O (88,8% *Cu*).
   Malachit $Cu\,CO^3 . Cu\,(OH)^2$ mit 57,4% *Cu*.
   Kupferlasur = **Azurit** $2\,Cu\,CO^3 . Cu\,(OH)^2$ mit 55,2% *Cu*.

Weniger wichtig sind **Enargit** $Cu^3\,As\,S^4$ und **Bournonit** $Pb\,Cu\,Sb\,S^3$.

Charakteristik der Kupfererze.

1. Gediegenes Kupfer: Regulär, besonders schöne Kristalle vom Lake Superior, ganz wie Silber draht-, haar- oder plattenförmig, besonders häufig ästig, charakteristisch kupferrote Farbe, oft derbe Massen.

2. Kupferglanz: Rhombische, tafelige, pseudohexagonale, meist durch bunte Anlauffarbe charakterisierte Kristalle oder derbe, fast schwarze, matt metallisch glänzende Massen.

3. Buntkupfererz: Fast nie Kristalle, meist derbe, durch bunte Anlauffarben charakterisierte Massen.

4. Kupferkies: Tetragonal-sphenoïdisch-hemiedrische Kristalle oder derbe Massen; messinggelb, dunkler gelb als Schwefelkies.

5. Kupferfahlerz: Charakteristische Tetraeder oder auch derbe Massen; mattgrau, starkglänzender kleinmuscheliger Bruch.

6. Rotkupfererz: Schön rote, meist oktaedrische Kristalle oder derbe Aggregate; spaltbar nach dem Oktaeder; diamantglänzend, oft mit Malachit überzogen; braunroter Strich.

7. Malachit: Meist derbe, grün gefärbte, schalig-faserige Massen.

8. Kupferlasur: Lasurblau, monokline, kurzsäulige Kristalle oder derb; glasglänzend, durchscheinend.

Lagerstätten der Kupfererze.

1. Gediegenes Kupfer: Vorwaltend gangförmig, und zwar an basische Eruptivgesteine geknüpft, wie das großartige Vorkommen in den Melaphyren des Oberen Sees in Nordamerika. Seltener sind lagerartige Imprägnationen von gediegenem Kupfer, wie in den permischen Sandsteinen von Corocoro in Bolivien.

2. Sulfidische Kupfererze:

a) Als magmatische Differentiation zweifelhaft, wie am Monte Catini zwischen Siena und Livorno.

b) Auf kontaktmetamorphen Lagerstätten, wie auf den Lagerstätten des Banates (Oravitza, Csiklowa und Szaszka), zu Mednorudjansk bei Nischne-Tagilsk und zu Bogoslowsk am Ural.

c) Vor allem Erzimprägnationen und Kieslager in kieseligem Nebengestein. Zu ersteren gehören die Fahlbänder von Kongsberg in Norwegen, und besonders die wichtigen Vorkommen der Dyas: die Mansfelder Kupferschiefer und die russischen Vorkommen von Perm und Ufa bis zum Ural, auch die im Rotliegenden des nordöstlichen Böhmens. Die bekanntesten Repräsentanten der Kieslager (in Verwachsung mit Pyrit) sind in den kristallinen Schiefern Falun in Schweden, Röraas und Sulitelma in Norwegen, und Ducktown in Tenessee; in paläozoischen Schiefern die spanisch-portugiesischen Vorkommen (Rio Tinto, Tharsis, Santo Domingo) und das Vorkommen vom Rammelsberg am Harz.

d) Sehr häufig auf Gängen, wie in Chile und vielorts in Nordamerika und Australien, ferner in dem zinnreichen Gebiete von Cornwall und in Deutschland zu Kupferberg in Schlesien und zu Dillenburg und Weilburg an der Lahn.

3. Oxydische Kupfererze: Sie sind vorwaltend Umwandlungsprodukte der sulfidischen und treten daher hauptsächlich im Ausgehenden sulfidischer Lagerstätten, im eisernen Hut, auf. Selten sind schichtige Erzimprägnationen, wie zu Boléo in Untercalifornien.

Kupfererzvorkommen.

1. Nordamerika. Außer dem Vorkommen des Oberen Sees im Staate Michigan besonders die Distrikte von Butte in Montana (die Anacondagrube) und von Copper Mountain in Arizona.

2. Chile: Besonders in dem Küstengebiete der Atakamawüste, wo im Ausgehenden der Lagerstätten der Atakamit, ein chlorhaltiges Kupfererz, statt der gewöhnlichen Oxyde auftritt.

3. Australien: In Neusüdwales die Copper-Mine, in Queensland die Peak-Mine, in Südaustralien die Burra-Burra-Mine, die Wallaroo-Mine und die Moonta-Mine.

4. Japan: Das Ganggebiet von Aschio nahe der Tempelstadt Nikko in der Provinz Schimodzuke.

5. Spanien—Portugal: In Huelva in Spanien und Alemtejo in Portugal (das Vorkommen von Rio Tinto und Tharsis in Spanien).

6. Deutschland: Das Erzvorkommen vom Rammelsberg bei Goslar und die Mansfelder Kupferschiefer.

7. England: Das zinnreiche Gebiet von Cornwall.

8. Rußland: Die permischen Kupfersandsteine in den Gouvernements Perm, Jekaterinburg, Ufa und Orenburg, die Malachitgruben von Mednorudjansk.

9. Norwegen—Schweden: Die Kieslager von Röraas und Sulitelma in Norwegen und von Falun in Schweden.

10. Italien: Das Vorkommen des Montecatini westlich von Volterra.

11. Ungarn: Die kontaktmetamorphe Lagerstätte des Banates.

Verarbeitung der Kupfererze. Man verarbeitet vor allem die sulfidischen Erze:

1. Trockener Prozeß (bei reichen Erzen angewendet): Durch wiederholtes Rösten und Niederschmelzen der Erze mit Zuschlägen in Flammöfen oder in Schachtöfen, in letzteren

zusammen mit Kohle oder Koks, gelingt es — unter Entfernung des Eisens in die Schlacke — erst ein unreines Schwefelkupfer: den Rohstein, dann ein reineres Schwefelkupfer: den Spur- oder Konzentrationsstein, endlich ein unreines metallisches Kupfer: das Roh- oder Schwarzkupfer, darzustellen. In England vollführt man diesen Prozeß in Flammöfen, das sind horizontal gestreckte Öfen, wo das Erz nicht mit dem Brennmaterial in Berührung kommt, sondern nur auf einer großen Herdfläche von der Flamme bestrichen wird; in Deutschland dagegen in Schachtöfen, das sind vertikal gestreckte Öfen, wo Erz und Brennmaterial zusammen in abwechselnden Schichten eingetragen werden.

Eine bedeutende Vereinfachung stellt der Konverterprozeß dar, wo man in einer dem Eisen-Bessemern analogen Weise durch Hindurchblasen eines Luftstromes durch den Rohschmelzfluß aus Kupfersteinen kupferreichere Steine, bezw. Schwarzkupfer darstellt.

2. Nasser Prozeß (bei armen Erzen angewendet). Man führt das Erz in lösliche Form über, indem man es der Verwitterung überläßt, oder durch oxydierendes oder chlorierendes Rösten, laugt aus und fällt aus der Lösung durch Zusatz von Eisen das Kupfer als Zementkupfer.

Bleierze.

1. **Bleiglanz** = **Galenit** ***Pb S*** (86,6% *Pb*).
2. Untergeordnet:
   Bournonit (Rädelerz) ***Pb Cu Sb S***^{3} (42,55% *Pb*).
   Weißbleierz = **Cerussit** ***Pb C O***^{3} (77,6% *Pb*).
   Bleivitriol = **Anglesit** ***Pb S O***^{4} (68,3% *Pb*).
   Buntbleierz = **Pyromorphit** ***Pb***^{5}***Cl*** (***P O***^{4})^3 (76,2% *Pb*).
   Rotbleierz = **Krokoit** ***Pb Cr O***^{4} (64,6% *Pb*).
   Gelbbleierz = **Wulfenit** ***Pb Mo O***^{4} (55,8% *Pb*).

Charakteristik der Bleierze.

1. Bleiglanz: Bleigraues Erz, meist in würfeligen oder oktaedrischen Kristallen; oft Kombination von Würfel und Oktaeder, auch Rhombendodekaeder und Pyramidenoktaeder; lebhaft metallischer Glanz, vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Würfel.

2. Bournonit: In Farbe und Glanz ähnlich dem Bleiglanz, muscheliger Bruch, rhombisch, charakteristisch radförmige zyklische Verwachsung: Rädelerz der Bergleute.

3. Weißbleierz: Farblose bis weiße rhombische Kristallmassen, durch Diamantglanz bis Seidenglanz und außerordentliche Schwere auffallend; charakteristische zyklische pseudohexagonale Penetrationszwillinge.

4. Bleivitriol: Rhombische, meist wasserhelle, diamantglänzende Kristalle, oft in Höhlungen zersetzten Bleiglanzes.

5. Buntbleierz: Grüne oder braune hexagonale, oft faßförmig gekrümmte, Säulen, fettglänzend.

6. Rotbleierz: Gelblichrote, durchscheinende, fettartig diamantglänzende, monokline Kristalle, orangefarbener Strich.

7. Gelbbleierz: Pyramidale oder dünntafelige, quadratisch-hemiedrische Kristalle, fettglänzend, wachs-, honig- oder zitronengelb.

Lagerstätten und Vorkommen.

1. Als Erzimprägnation in kieseligem Nebengestein wie das Vorkommen im Buntsandstein von Commern und Mechernich in der Eifel (Knottenerz).

2. Der wichtigste Fall: als stockförmige metasomatische Verdrängung in kalkigem Nebengestein zusammen mit Zinkblende, Galmei und Brauneisen. Hierher gehören:

a) Die nordamerikanischen Vorkommen: Im mittleren Teile des Landes der Galenadistrikt am oberen Mississippi in den Staaten Wisconsin, Jowa und Illinois und südlich davon der Missouridistrikt; im Westen der Vereinigten Staaten die Lagerstätten von Leadville in Colorado und von Eureka in Nevada.

b) In Europa: Die drei wichtigsten Vorkommen: Altenberg bei Aachen (die vieille montagne) im Karbon, Beuthen-Tarnowitz in Oberschlesien, Raibl-Bleiberg in Kärnten, letztere beiden der Trias angehörig. Ferner die Lagerstätten von Derbyshire und Cumberland (im Kohlenkalk) in England, vom Monte Poni auf Sardinien (silurisch) und von Laurion in Attika, sowie von Sala in Schweden; letztere beiden in den kristallinen Schiefern.

3. Auf Gängen, zugleich mit größerem Silbergehalt, und fast stets mit Zinkblende verbunden. Hierher gehört das wichtige spanische Vorkommen von Linares in den Ausläufern der Sierra Morena, ferner die schon beim Silber erwähnten Ganggebiete des Harzes, des Erzgebirges und von Přibram, sowie die Bleierzgänge im Unterdevon des rheinischen Schiefergebirges von Holzappel an der Lahn und von Ems. Wahrscheinlich ist auch das großartige Vorkommen in den kristallinen Schiefern von Brokenhill in Neusüdwales hierher gehörig.

Verarbeitung des Bleierzes.

1. Niederschlagsarbeit: Zusammenschmelzen des Bleiglanzes mit Eisen in Schachtöfen: $Pb\,S + Fe = Fe\,S + Pb$.

2. Röstreaktionsprozeß: Rösten des Bleiglanzes in Flammöfen (sogen. Fortschaufelungsöfen) erst unter Luftzutritt, dann unter Luftabschluß. Das zunächst entstehende Bleioxyd und Bleisulfat setzen sich mit noch unzersetztem Bleiglanz zu metallischem Blei und Schwefeldioxyd um:

$$Pb\,S + 2\,Pb\,O = 3\,Pb + SO^2$$

und

$$Pb\,S + Pb\,SO^4 = 2\,Pb + 2\,S\,O.^2$$

Zinkerze.

1. **Zinkblende** = **Sphalerit** ZnS (67,06% Zn).
2. **Zinkspat** = **Smithsonit** $ZnCO^3$ (52,0% Zn).
3. **Kieselzinkerz** = **Calamin** = **Hemimorphit** $H^2Zn^2SiO^5$ (53,7% Zn). } **Galmei.**
4. **Rotzinkerz** = **Zinkit** (nur lokal wichtig) ZnO (80,2% Zn).

Charakteristik der Zinkerze.

1. Zinkblende: Besonders zusammen mit Bleiglanz, regulär-tetraedrische Kristalle, vielfach Tetraeder und Gegentetraeder, oft Zwillinge, meist aber in derben körnigen Massen; vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Rhombendodekaeder; auf den Spaltflächen diamantglänzend, sonst fettartig. Gelb, braun, schwarz; (die hexagonale, strahlige Modifikation des Schwefelzinks heißt Wurtzit).

2. Zinkspat: Entweder traubig, von weißlicher, bläulicher oder grünlicher Farbe, oder als dichter gelber Galmei sehr ähnlich dem Brauneisenerz.

3. Kieselzinkerz: Rhombisch-hemimorphe, farblose Kriställchen mit sehr lebhaftem Glasglanze oder auch, wie Zinkspat, traubig-nierenförmige Massen.

4. Rotzinkerz: Körnige, grobspätige, dunkelblutrote Massen mit einer deutlich hervortretenden Spaltbarkeit; nur aus New-Jersey bekannt, dort zusammen mit einem Zink-Mangan-Eisenspinell: dem Franklinit $(Zn, Mn)\,O\,.\,Fe^2O^3$.

Lagerstätten und Vorkommen. Fast stets mit denen des Bleies zusammen und ihnen durchaus analog. Waren beim Blei bei den Erzimprägnationen die Bleisandsteine von Commern-Mechernich zu nennen, so stellen beim Zink die Zinkblendeimprägnationen in den Gneißen von Åmmeberg am Wettersee in Schweden das Gegenstück hierzu dar. Gewöhnlich aber treten Zink- und Bleierze zusammen auf den beim Blei erwähnten Lagerstätten auf. Von metasomatischen Verdrängungen sind vorwiegend zinkhaltig: die devonischen Vorkommen von Iserlohn in Westfalen, die karbonischen von Picos de Europa in Nordspanien und die triadischen von Wiesloch in Baden.

Verarbeitung der Zinkerze. Man gewinnt das Zink durch Destillation. Man führt Zinkspat und Blende durch Rösten in Zinkoxyd über, erhitzt dieses mit Kohle als Reduktionsmittel in feuerfesten Muffeln oder in zylindrischen Tonröhren und fängt das verdampfende Zink in Vorlagen auf.

Zu einer dauernd erfolgreichen elektrolytischen Zinkgewinnung ist man bisher nicht gelangt.

Kadmiumerze.

Abgesehen von dem äußerst seltenen hexagonal-hemimorphen **Greenockit** ***Cd S*** (mit 77,74% *Cd*), der meist nur als gelber Anflug auftritt, findet sich Kadmium **an Zinkerze,** besonders an **schlesischen** Galmei und Zinkblende, **gebunden.** Da der Siedepunkt des Kadmiums niedriger ist als der des Zinks (Kadmium siedet bei 780°), so geht es **bei der Destillation des Zinkes** zuerst über.

Zinnerze.

Zinnstein = Zinnerz = Kassiterit $Sn\,O^2$ (mit 78,62% *Sn*).

Charakteristik. Meist lebhaft glänzende, tetragonale, schwarzrote Zwillingskristalle mit charakteristisch einspringenden Pyramidenflächen (Visiergraupen der Bergleute). Auf Seifen auch radialfaserig (Holzzinn!)

Lagerstätten.

a) Primär als Bergzinn, wohl durch Sublimation entstanden, fast stets an saure Eruptivgesteine geknüpft, und meist von Bor-, Fluor- und Wolframmineralien begleitet.

b) Sekundär als Seifenzinn im Sande der Flüsse.

Vorkommen.

1. In Cornwall und im westlichen Devonshire zusammen mit Kupfererzen.

2. Im sächsisch-böhmischen Erzgebirge im Greisen d. i. ein feldspatarmer Granit (Zinnstockwerke!) zu Altenberg, Marienberg, Geyer, Zinnwald, Schlaggenwald, Graupen.

3. In Bolivia, zu Oruro und Potosi, gangförmig (ohne bor- und fluorhaltige Mineralien) in Quarztrachyten und Andesiten zusammen mit Silber-, Blei- und Wismuterzen.

4. In Hinterindien, Australien, Tasmania namentlich auf Seifen. Am wichtigsten die Seifen von Malakka, von Bangka und Billiton und von Tasmania.

Verarbeitung des Zinnerzes. Man bereitet das Erz sorgfältig mechanisch auf, röstet es und schmilzt es mit Kohle und Zuschlägen in Flamm- oder Schachtöfen reduzierend nieder.

Eisenerze.

1. Oxydische:

Magneteisenerz = Magnetit $Fe\,^3O^4$ (72,41% *Fe*).
Roteisenerz = Eisenglanz = Hämatit $Fe\,^2O^3$ (70% *Fe*).
Brauneisenerz = Limonit $2\,Fe\,^2O^3 . 3\,H\,^2O$ (59,9% *Fe*).
Spateisenstein = Eisenspat = Siderit $Fe\,CO^3$ (48,2% *Fe*).

2. Sulfidische (technisch kaum in Betracht kommend):

Eisenkies = Schwefelkies = Pyrit $Fe\,S^2$ (46,70% *Fe*).

Charakteristik der Eisenerze.

1. Magneteisenerz: Eisenschwarz, metallglänzend, in Oktaedern oder Rhombendodekaedern (oft Zwillinge nach dem

Oktaeder) in Talk- oder Chloritschiefern eingewachsen, häufiger körnig oder dicht. Magnetisch.

2. Roteisenerz:

a) Als Eisenglanz mit metallischem Habitus oft in prächtigen, lebhaft metallglänzenden hexagonal-rhomboedrischen Kristallen oder derb. Rotbrauner Strich. Eine feinschuppige Varietät nennt man Eisenglimmer (die Eisenglimmerschiefer oder Itabirite Brasiliens);

b) als Roteisenstein ohne metallischen Habitus dicht, erdig (Roteisenocker) oder faserig, in radial-strahligen Massen, mit nierenförmiger Oberfläche (roter Glaskopf).

3. Brauneisenerz: Nie in Kristallen, entweder faserig, analog dem roten Glaskopf, als brauner Glaskopf, oder dicht, oder besonders häufig in lockeren, erdigen Aggregaten als hellgelber Brauneisenocker. Berühmtes Verwitterungsmaterial anderer Eisenerze.

4. Spateisenstein:

a) In erbsengelben, oft sattelförmig gekrümmten Rhomboedern;

b) dicht oder körnig in gelben oder braunen Aggregaten, mit glänzenden Rhomboederspaltungsflächen;

c) in radial struierten Kugeln (Sphärosiderit);

d) gemengt mit Ton (Toneisenstein) oder Kohle (Kohleneisenstein = blackband).

5. Schwefelkies: Speisgelbe, ausgezeichnet metallglänzende Pentagondodekaeder oder Würfel, seltener Oktaeder und Dyakisdodekaeder, oder derb. (Die rhombische Modifikation des Eisenbisulfids als Markasit oder Speerkies bekannt.)

Bekannte Schwefelkiesvorkommen sind außer den beim Kupfer erwähnten das barytische Kieslager von Meggen an der Lenne, das magnetkiesreiche von Bodenmais in Bayern, das gold-silber-kupferhaltige Vorkommen vom Mount Lyell in Tasmania, sowie die kontaktmetamorphen Lagerstätten von Traversella und Brosso in Piemont.

Lagerstätten und Vorkommen der (technisch allein wichtigen) oxydischen Eisenerze.

1. Stockförmige magmatische Differentiationen: Bildung von Magneteisenerz: Die uralischen Vor-

kommen der Wissokaja Gora und der Gora Blagodat und die lappländischen von Kiirunavaara und Luossavaara in Porphyren, das Vorkommen vom Taberg am Wettersee bei Jönköping in Schweden im Olivingabbro. Viel seltener die Bildung von Roteisenerz auf diesem Wege, wie im Porphyr des Iron Mountain südlich von St. Louis.

2. Der wichtigste Fall: Schichtige, lager- oder flözförmige Absätze aus Lösungen:

a) Im ursprünglichen Zustande: Bildung von Spateisenstein und von Brauneisenstein. Hierher gehören die Vorkommen des Spateisensteines zu Hüttenberg in Kärnten, zu Vajda-Hunyad in Siebenbürgen und besonders zu Eisenerz in Steiermark, bezw. seiner tonigen oder kohligen Varietäten, die sich als Toneisenstein (Sphärosiderit) oder als Kohleneisenstein (blackband) in allen Formationen finden: im Karbon die Vorkommen von Schottland, Südwales, des Ruhrgebietes, von Zwickau und Oberschlesiens, im Jura die Toneisensteine von Middlesborough in Nordengland (das Cleveland-ore) und die Toneisensteine des nordwestlichen Deutschlands, im Keuper und braunen Jura die Toneisensteine Oberschlesiens und Polens.

Ferner die Bildung des Brauneisenerzes in seinen Varietäten als oolithischer Brauneisenstein im Jura Mitteleuropas (die phosphorhaltige Minette Luxemburgs und Lothringens), als Bohnerz (wie zu Kandern im südlichen Baden) und in der Gegenwart als Raseneisenstein (Holland), als Sumpf- und Morasterz, als Seeerz. Dem Tertiär gehören die Vorkommen von Kressenberg und Sonthofen in Oberbayern an.

b) Dynamometamorph oder kontaktmetamorph verändert: Umwandlung zu Roteisenerz und Magnetit.

α) Zu den dynamometamorph veränderten Vorkommen stellt man:

In den kristallinen Schiefern: Die nordamerikanischen Vorkommen in den Staaten New York, New Jersey und Pennsylvanien: am Lake Champlain, in den Highlands von New York und New Jersey und zu Lebanon Co. in Pennsylvanien, sowie die Roteisenflöze des Negauneedistriktes südlich vom Oberen See,

die skandinavischen Vorkommen: Dannemora und Grängesberg im Jernbäraland, das ist eisengebärendes Land, und Gellivara in Norbotten in Schweden, Arendal in Norwegen; [man bezeichnet in Skandinavien das aus Augit, Hornblende, Granat, Epidot bestehende Nebengestein als Skarn],

die russischen Vorkommen: Kriwoï-Rog in Südrußland, nahe dem Donetz-Steinkohlenbecken,

die afrikanischen Vorkommen: in Algier: Mokta-el-Hadid und

die spanischen Vorkommen: El Pedroso bei Sevilla.

Dem Silur gehören an:

Die Eisenerze im böhmischen Silur: Nučic, westlich von Prag,

die Eisenerze im Silur des Thüringer Waldes: Schmiedefeld und

die oolithischen Roteisenerze des Clintondistriktes in Nordamerika.

β) Zu den kontaktmetamorph veränderten Vorkommen gehören:

Die Vorkommen von Christiania und vom Banat (Dognacska und Moravitza), die Magnetitlager von Berggießhübel in Sachsen und von Schmiedeberg in Schlesien, die Eisenglanzlagerstätte der Insel Elba.

3. Stockförmige metasomatische Verdrängungen in kalkigem Nebengestein: Bildung von Brauneisenstein, Roteisenstein und Spateisenstein, wie die Lagerstätten in der unteren Kreide von Bilbao an der Bai von Biscaya in Spanien, die Brauneisen- und Spateisensteine im Devon von Bakal im südlichen Ural, die Brauneisenerze im Muschelkalk Oberschlesiens, die zahlreichen Vorkommen des Harzes, Thüringens, Westfalens und besonders des Nassauischen Landes (Weilburg, Dillenburg).

4. Seltener als Gangfüllung: Hier sind ganz besonders die durch Phosphorfreiheit und hohen Mangangehalt ausgezeichneten Spateisensteingänge im Unterdevon des Siegerlandes zu nennen (der Stahlberg bei Müsen). Auch die

Spateisensteingänge von Kotterbach in der Zips in Ungarn sind erwähnenswert.

5. Eisenseifen: Die rezenten Vorkommen technisch nur selten abbauwürdig, wie an den Ufern der großen Seen und des Lorenzstromes in Nordamerika, dagegen ältere Vorkommnisse wichtig, wie die Brauneisenerzseifen in der Kreide von Peine in Hannover und von Salzgitter am Harz.

Verarbeitung der Eisenerze. Man gewinnt aus den Eisenerzen Roheisen, indem man sie, mit Koks und Zuschlägen gemischt, im Hochofen, das ist ein Schachtofen, niederschmilzt. Der Hochofenprozeß ist ein Reduktionsprozeß, indem aufsteigendes Kohlenoxyd dem Erz den Sauerstoff entzieht; die Gangart, bezw. Lagerart der Erze bildet mit den Zuschlägen die Schlacke. Das Roheisen enthält 2—5% Kohlenstoff, außerdem Silizium, Phosphor, Schwefel, Mangan. Man unterscheidet graues Roheisen (Gußeisen), das den Kohlenstoff größtenteils in graphitischer Form beigemengt hat, und weißes Roheisen, das fast nur chemisch gebundenen Kohlenstoff enthält. Aus letzterem gewinnt man Stahl (mit 0,6—2,3% Kohlenstoff und Schmiedeeisen (mit weniger als 0,6% Kohlenstoff), indem man den Kohlenstoffgehalt nach Bedarf und die übrigen Beimengungen nach Möglichkeit entfernt.

Man stellt Stahl dar:

1. Durch Puddeln, indem man in Flammöfen unter ständigem Umrühren der geschmolzenen Roheisenmasse eine teilweise Oxydation d. h. Entfernung des Kohlenstoffes bewirkt.

2. Durch Windfrischen oder Bessemern, indem man diesen Prozeß in birnförmigen Gefäßen (Konvertern) durch Hindurchblasen eines Luftstromes durch flüssiges Roheisen vollführt.

3. Nach dem Martinprozeß durch Zusammenschmelzen von Roh- und Schmiedeeisen in Flammöfen (Anwendung der Siemensschen Regenerativfeuerung).

4. Durch Kohlung von Schmiedeeisen, indem man letzteres, in Kohlenpulver verpackt, glüht (Zementstahl).

Durch Umschmelzen des auf die verschiedene Weise gewonnenen Stahles in feuerfesten Graphittiegeln erhält man den Tiegelgußstahl.

Eine besondere Widerstandsfähigkeit verleiht dem Stahl der Zusatz von Nickel, Chrom oder Wolfram.

Man stellt Schmiedeeisen dar durch Puddeln oder durch Bessemern, indem man die Entkohlung weiter treibt.

Der basische Bessemerprozeß (Thomasprozeß), sowie der basische Martinprozeß beruhen auf der Ausfütterung der Birne, bezw. des Flammofens mit einem basischen kalkreichen Futter, wodurch man erreicht, daß der Phosphor in die Schlacke geht.

Die wichtigsten Produktionsländer für Eisen sind Nordamerika, England, Deutschland.

Manganerze.

1. **Braunstein** = **Weichmanganerz** = **Pyrolusit** $Mn\,O^2$ (63,2% *Mn*).
2. **Braunit** Mn^2O^3 (69,6% *Mn*).
3. **Manganit** $Mn^2O^3 . H^2O$ (62,5% *Mn*).
4. **Hausmannit** Mn^3O^4 (72,03% *Mn*).
5. **Manganspat** = **Himbeerspat** = **Rhodochrosit** $Mn\,C\,O^3$ (47,8% *Mn*).

Psilomelan und **Wad** stellen keine einheitlichen Mineralien dar.

Charakteristik.

1. Braunstein: Stahlgraue, halbmetallisch glänzende, strahlige, abfärbende Aggregate.

2. Braunit: Meist sehr kleine, tetragonale, oktaederähnliche, starkglänzende Pyramiden.

3. Manganit: Schöne rhombische, stahlgraue, metallglänzende Prismen mit charakteristischer Längsstreifung, oft auch die Basis als Kristallfläche.

4. Hausmannit: Ähnlich dem Braunit, aber dunkler und matter glänzend, charakteristische zyklische Fünflinge.

5. Manganspat: Himbeerfarbene, oft sattelförmig gekrümmte, kleine Rhomboeder, oder derb.

Lagerstätten und Vorkommen. Die Manganerze finden sich sehr häufig vergesellschaftet mit Eisenerzen; die Lagerstätten sind denen des Eisens analog.

Magmatische Differentiationen und Seifen kommen nicht in Betracht, wohl aber schichtige, aus Lösungen abgesetzte Manganlager, wie die Vorkommen in den kristallinen Schiefern von Langban in Wermland, von Miguel Burnier in Brasilien und von Sterling-Hill in New Jersey, die karbonischen Vorkommen von Huelva in Spanien, die mesozoischen Lager in Chile und die tertiären bei Tschiaturi in Transkaukasien; ferner metasomatische Verdrängungen im Kalk, wie im Devon des Kreises Wetzlar und der Lindener Mark bei Gießen, sowie zu Las Cabesses in den französischen Pyrenäen; endlich gangförmige Vorkommen, wie bei Ilfeld am Harz und in Thüringen in Porphyren und Porphyriten.

Verarbeitung der Manganerze.

1. Im Hochofen bei der Eisendarstellung zu Ferromangan, d. i. eine Legierung mit bis 85% Mangan, oder zu Spiegeleisen, d. i. ein mangan- und kohlenstoffreiches, aber siliziumarmes Roheisen mit 5—20% Mangan.

2. Nach dem Goldschmidtschen Verfahren: Reduktion der Oxyde mittels Aluminium unter Anwendung Goldschmidtscher Zündkirschen (Aluminiumpulver + Baryumsuperoxyd): $3\ Mn^3O^4 + 8\ Al = 4\ Al^2O^3 + 9\ Mn$.

Chromerze.

Das einzig technisch in Betracht kommende Chromerz ist der **Chromeisenstein** = **Chromit** $FeO.Cr^2O^3$ (40—53% Cr).

Charakteristik. Meist in derben, eisenschwarzen, metallglänzenden Massen, die eine unvollkommene oktaedrische Spaltbarkeit erkennen lassen.

Lagerstätten. Alle bedeutenden Chromeisenerzvorkommen der Erde sind an Serpentin gebunden, aus dessen Ursprungsgesteinen sie sich, wie Vogt nachwies, durch magmatische Differentiation gebildet haben, daher auch ihre Beziehung zu Nickel- und Platinlagerstätten.

Genetisch besonders beweisend sind die **Vorkommen** von Hestmandö in Norwegen und Kraubath in Steiermark. Zu den großartigsten Lagerstätten gehört der Wooded Peak auf Neuseeland, sehr unbedeutend sind die deutschen Vorkommen

von Grochau und Silberberg in Schlesien; den Hauptanteil an der Weltproduktion hat Kleinasien (Harmandschyk, Brussa, Smyrna).

Verarbeitung des Chromeisensteines. Durch Zusammenschmelzen von Chromeisenstein mit Pottasche und Salpeter und Auslaugen der Masse erhält man Kaliumchromat. Dieses wandelt man durch Zusatz von Schwefelsäure zu Kaliumbichromat und weiterhin zu Chromoxyd um. Hieraus erhält man Chrom:

1. Durch Reduktion mittels Kohle bei höchsten Temperaturen.

2. Durch Reduktion mittels Aluminium nach dem Goldschmidtschen Verfahren (siehe Mangan).

Molybdänerze.

Nur **Molybdänglanz** = **Molybdänit** $Mo\,S^2$ (59,9% *Mo*).

Charakteristik. Meist dünne, im Gestein eingewachsene, bleigraue, hexagonale, basisch sehr vollkommen spaltbare Blättchen, die, metallglänzend und abfärbend, leicht mit Graphit zu verwechseln sind.

Lagerstätten und Vorkommen. Vielfach zusammen mit Zinnerz im sächsisch-böhmischen Erzgebirge, in Cornwall, Tasmanien. Aber auch ohne dieses eingesprengt in Graniten und Gneißen, wie zu Nertschinsk und Miask, bei Aldfield in Canada und zu Telemarken in Norwegen.

Verarbeitung des Molybdänglanzes. Röstung des Molybdänglanzes zu Molybdäntrioxyd $Mo\,O^3$. Dieses wird entweder durch Erhitzen im Wasserstoffstrome zu metallischem Molybdän oder durch Lösen in Ammoniak zu Ammoniummolybdat verarbeitet.

Wolframerze.

1. **Wolframit** = **Wolfram** $(Fe, Mn)\,WO^4$ mit (57,9—60,3% *W*).

2. **Scheelit** = **Tungstein** $Ca\,WO^4$ (mit 63,9% *W*).

Charakteristik der Wolframerze.

1. Wolframit: Schwarz, metallisch glänzend, auffallend schwer; meist in monoklinen, vertikal gestreiften, großen Kristallen mit deutlicher Spaltbarkeit nach der Symmetrieebene.

2. Scheelit: Meist erbsengelbe, tetragonale, durchscheinende Kristalle mit pyramidaler Hemiedrie.

Lagerstätten. Wolframit und Scheelit sind charakteristische Begleiter des Zinnsteines, treten aber auch ohne Zinnerz auf. Die Hauptproduktion an Wolfram liefert Spanien.

Verarbeitung der Wolframerze. Analog der des Chromeisensteines. Durch Zusammenschmelzen von Wolframit mit Soda erhält man Natriumwolframat; dieses wandelt man mittels heißer Salzsäure in Wolframtrioxyd um; daraus erhält man durch Reduktion metallisches Wolfram.

Uranerze.

Uranpecherz = Uraninit = Pechblende $(U, Pb^2)^3\, U^2O^{12}$ mit 80—85% Uranoxyden und 3—10% Bleioxyd. Gewöhnlich thoriumhaltig, oft mit Metallen der Lanthangruppe. Bemerkenswert der Gehalt an Stickstoff, Helium und Radium. Verunreinigt durch Eisen, Kalk, Kieselsäure, Wasser, Wismut, Baryum, Arsen.

Charakteristik. Derb, schwarz, undurchsichtig, fettglänzend, muscheliger Bruch.

Lagerstätten. Auf Gängen neben Silber-, Blei- und Kupfermineralien; besonders zu Joachimsthal in Böhmen zusammen mit Silber-, Wismut-, Kobalt- und Nickelerzen. Ferner im sächsischen Erzgebirge (besonders zu Freiberg), zu Přibram in Böhmen, zu Redruth in Cornwall. Auch als Gemengteil granitischer Gesteine, wie in Schweden —Norwegen, in Connektikut, Nordcarolina und Colorado.

Verarbeitung der Pechblende. Das Erz wird geröstet, zerkleinert, mit verdünnter Salzsäure ausgewaschen und in Salpetersäure gelöst, wobei das Uran als salpetersaures Uranoxyd $U\,O^2\,(N\,O^3)^2$ in Lösung geht. Durch Zusatz von Natronlauge zu dieser Lösung erhält man das als Urangelb bekannte Natriumuranat $Na^2U^2O^7 + 6\,H^2O$.

Die Verarbeitung der Pechblende auf Radium vollzieht sich nach den Angaben von Jacques Danne, Assistenten von Curie, in 3 Phasen:

1. Befreiung der Pechblende von Uran, indem

man das zerkleinerte und zerriebene Erz mit Soda röstet und mit warmem Wasser, hierauf mit verdünnter Schwefelsäure auslaugt.

2. Verarbeitung des Rückstandes hiervon zu radiumhaltigem Baryumbromid.

3. Fraktionierung des radiumhaltigen Baryumbromides.

Nickelerze.

1. **Garnierit** (*Mg, Ni*) *Si* $O^3 + n\ H^2O$ (mit 3—33% *Ni*).
2. **Nickelhaltiger Magnetkies** *Fe S* (mit bis zu 5,6% *Ni*).
3. **Rotnickelkies = Kupfernickel = Arsennickel = Nickelin** *Ni As* (mit 43,9% *Ni*).

Technisch nicht in Betracht kommende Erze sind:

Millerit *Ni S*, Breithauptit *Ni Sb*, Chloanthit *Ni* As^2, Gersdorffit *Ni As S*, Ullmannit *Ni Sb S* und Nickelblüte (Annabergit) $Ni^3\ As\ ^2O^8 + 8\ aqu.$

Charakteristik der Nickelerze.

1. Garnierit: Erdige, derbe Massen oder stalaktitisch mit apfelgrüner Farbe.

2. Magnetkies: Kristalle mit hexagonalem Umriß selten, meist derb, charakteristische Tombakfarbe.

3. Rotnickelkies: Hexagonale Kristalle selten, meist derb, kupferrot.

Lagerstätten. Der Garnierit findet sich gangförmig an Serpentin gebunden, wie bei Numea in Neucaledonien, bei Riddles in Oregon und in dem unbedeutenden Vorkommen von Frankenstein in Schlesien.

Der nickelhaltige Magnetkies ist zu den durch magmatische Differentiation entstandenen Erzen zu rechnen; am wichtigsten ist der Sudburydistrikt in Canada; analog sind die Vorkommen zu Ringerike und Espedal in Norwegen, Klefva in Schweden, Varallo in Piemont und Lancaster Gap Mine in Pennsylvanien.

Der Rotnickelkies tritt gangförmig in den kristallinen Schiefern des Erzgebirges und im Kupferschiefer von Mansfeld, Sangerhausen, Riechelsdorf auf.

Verarbeitung der Nickelerze. Man behandelt den Garnierit mit Salzsäure oder Schwefelsäure, fällt aus der Lösung

durch Natriumkarbonat basisches Nickelkarbonat und reduziert dieses durch Erhitzen mit Kohle.

Bei Verarbeitung der Schwefel- und Arsenverbindungen des Nickels sucht man das Metall in einem Stein oder einer Speise zu konzentrieren und hieraus auf trockenem oder nassem Wege zu extrahieren. Man erhält so das unreine Würfelnickel.

Kobalterze.

1. **Kobaltglanz = Glanzkobalt = Kobaltin** ***Co As S*** (mit 35,41% *Co*).
2. **Speiskobalt = Smaltin** ***Co As*^{2}** (mit 28,12% *Co*).

Charakteristik der Kobalterze.

1. Glanzkobalt: Regulär-pyritoedrisch-hemiedrisch. Meist Kombination von Oktaeder und Pyritoeder (als Ikosaeder bezeichnet), oft unter Hinzutritt des Würfels. Charakteristische rötlich-silberweiße Färbung, stark metallglänzend.

2. Speiskobalt: Regulär-pyritoedrisch-hemiedrisch. Meist herrscht der Würfel; die Würfelflächen oft bauchig gekrümmt und wie geborsten aussehend. Häufig auch Würfel und Oktaeder im Gleichgewicht. Zinnweiß bis stahlgrau, oft derb.

Lagerstätten der Kobalterze. Der Speiskobalt findet sich zusammen mit Arsennickel gangförmig im sächsisch-böhmischen Erzgebirge neben Silber- und Wismuterzen zu Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Annaberg, Marienberg, Joachimsthal (Smalteerzeugung) und ebenso im Mansfelder Kupferschiefer auf den sogenannten Kobaltrücken. Zusammen mit Spateisenstein auf den Gängen von Dobschau in Oberungarn.

Der Glanzkobalt tritt als Erzimprägnation, wie in den Fahlbändern von Skuterud und Snarum zu Modum in Norwegen, als Kieslager, wie bei Daschkessan am Kaukasus, und auf Erzgängen, wie bei Siegen, auf.

Verarbeitung der Kobalterze. Vor allem auf Smalte. Die Erze werden geröstet und kommen als Zaffer oder Safflor in den Handel. Dieses liefert, mit Quarz und Pottasche zusammengeschmolzen, das im feingemahlenen Zustande als Smalte bezeichnete Kobaltsilikat.

Arsenerze.

1. **Arsenkies = Arsenikkies = Mißpickel = Arsenopyrit** *Fe As S* (mit 46,02% *As*).
2. **Arsenikalkies = Arseneisen = Löllingit** $FeAs^2$ (mit 72,75% Arsen).
3. **Gediegenes Arsen** *As* (mit 90—100% *As*).
4. **Realgar = Rauschrot** As^2S^2 (mit 70,08% *As*)
5. **Auripigment = Rauschgelb** As^2S^3 (mit 60,96% *As*)

} (nur lokal wichtig).

Charakteristik der Arsenerze.

1. Arsenkies: Rhombisch; häufige Kombination eines vertikalen Prismas mit einem flachen Längsdach. Charakteristische Streifung parallel der Kante dieses Daches. Grauweiß oder messinggelb.

2. Arsenikalkies: Meist derb oder in kleinen silberweißen Kristallstäbchen.

3. Gediegenes Arsen: Rhomboedrisch, meist in schwarz angelaufenen feinkörnigen oder dichten Massen mit nierenförmiger Oberfläche (Scherbenkobalt).

4. Realgar: in morgenroten, diamantglänzenden, monoklinen Kristallen, oder in derben zinnoberähnlichen Massen; Strich orangegelb.

5. Auripigment: meist stengelige oder körnige zitronengelbe Massen mit einer vorzüglichen Spaltbarkeit und Perlmutterglanz auf dieser.

Lagerstätten. Arsen und Arsenerze finden sich vor allem gangförmig meist zusammen mit Silber- oder Kobalterzen, wie im Erzgebirge und am Harz. Vereinzelt auch im Serpentin eingesprengt, wie die goldhaltigen Arsenikkiese von Reichenstein in Schlesien.

Verarbeitung der Arsenerze. Durch Sublimation des Arsenkieses erhält man sublimierendes Arsen und Schwefeleisen. Durch Rösten des Arsenkieses, sowie anderer arsenhaltiger Erze erhält man flüchtiges Arsentrioxyd = Arsenik As^2O^3, das man in gemauerten Kanälen zu Giftmehl verdichtet.

Antimonerze.

1. **Antimonglanz = Antimonit = Grauspießglanzerz** Sb^2S^3 (mit 71,38% *Sb*).
2. **Gediegenes Antimon** *Sb* } selten und
3. **Senarmontit** Sb^2O^3 (mit 83,32% *Sb*) } unwichtig.

Charakteristik:

1. Antimonglanz: schöne rhombische, metallglänzende, bleigraue Kristalle oder faserig-strahlige Massen mit einer charakteristischen Horizontalstreifung und einer vorzüglichen Spaltbarkeit nach der Längsfläche.

2. Gediegenes Antimon: rhomboedrisch, in metallglänzenden zinnweißen Massen mit blättriger Textur.

3. Senarmontit: nicht metallisch aussehende farblose Oktaeder, Diamantglanz, besonders zu Constantine in Nordafrika.

Lagerstätten des Antimonglanzes: Vornehmlich auf Gängen bald mit Quarz, bald mit Bleiglanz, Silber- und Golderzen: im Erzgebirge und Harz, zu Goldkronach im Fichtelgebirge, zu Přibram, in Ungarn (bei Magurka, Kremnitz, Felsöbanya) und besonders in Frankreich in der Auvergne. Auch die Vorkommen von Kostaïnik in Serbien, von Pereta in Toscana, auf Corsica und zu Oporto in Portugal sind wichtig.

Sehr schöne Antimonitkristalle sind aus Japan von dem Gangvorkommen von Ichinokawa auf der Insel Schikoku bekannt. — Lagerartig zwischen Kulmkieselschiefern bei Arnsberg in Westfalen.

Verarbeitung des Antimonglanzes: Man schmilzt das Erz aus der Gangart als Antimonium crudum heraus. Hierauf entweder

Niederschlagsarbeit: Erhitzen des Antimonglanzes mit Eisen: $Sb^2S^3 + 3\,Fe = 2\,Sb + 3\,Fe\,S$, oder

Röstarbeit: man röstet das Erz; es entsteht schwefelige Säure und Antimontrioxyd Sb^2O^3. Letzteres wird mit Kohle zu Metall (Antimonregulus) reduziert:

$$Sb^2O^3 + 3\,C = 2\,Sb + 3\,CO.$$

Wismuterze.

1. **Wismutglanz** = **Bismutin** Bi^2S^3 (mit 81,22% *Bi*).
2. **Gediegenes Wismut** *Bi*.

Charakteristik:

1. Wismutglanz: Rhombisch, isomorph mit Antimonglanz, diesem ähnlich, aber mehr Neigung zu gelblichem Anlaufen, ziemlich selten.

2. Gediegen Wismut: Rhomboedrisch, charakteristisch rötlich-weiße Färbung, oft gelb, Neigung zu Anlauffarben, oft gestrickt, federartig (Tressenwismut).

Lagerstätten: Gangförmig besonders auf Silberkobaltgängen, wie im Erzgebirge, und auf Zinnsilbergängen wie zu Tasna und Chorolque in Bolivia.

Verarbeitung der Erze: Das gediegene Wismut trennt man von der Gangart durch Ausschmelzen (Aussaigern).

Das Wismuterz des Erzgebirges, das durch Kobalt- und Nickelerz verunreinigt ist, wird geröstet mit Kohle, Eisen und Zuschlägen verschmolzen. Dabei trennt sich das metallische Wismut von einer Arsen, Kobalt, Nickel und Eisen enthaltenden Speise.

Anhang.

Tabelle der wichtigsten Erzvorkommen in geologisch-petrographischer Hinsicht.

A. In kristallinen Schiefern.

Gold als Imprägnation (besonders als Goldquarzlager): Brasilien, Atlantische Staaten Nordamerikas, Zell in Tirol;
auf quarzreichen Gängen: Californien, Australien, auch in Böhmen und in den Ostalpen.

Silber-Bleierze gangförmig: Kongsberg in Norwegen, Erzgebirge, wahrscheinlich auch Brokenhill in N. S. W.

Kupfererze als Imprägnation: die Fahlbänder Norwegens;
als Kieslager: Falun in Schweden, Röraas und Sulitelma in Norwegen, Ducktown in Tenessee;
gangförmig: Kupferberg in Schlesien.

Blei-Zinkerze als metasomatische Verdrängung im Kalk: Sala in Schweden, Laurion in Attika.

Zinkblende als Imprägnation: Åmmeberg nahe dem Wettersee in Schweden.

Eisenerze als Lager und Flöze von Magnetit und Eisenglanz, dynamometamorph verändert: Nordamerika, Skandinavien, Kriwoï-Rog in Rußland, Mokta-el-Hadid in Algier, Sevilla in Spanien;

Eisenerze kontaktmetamorph verändert: Banat, Elba, Berggießhübel in Sachsen, Schmiedeberg in Schlesien;
Spateisensteinflöze: Hüttenberg, Vajda Hunyad.
als Imprägnation: Fahlbänder Norwegens.

Manganerze als Lager und Flöze: Langban in Wermland, Minas Geras in Brasilien, wahrscheinlich auch die zinkhaltigen Vorkommen von New Jersey.

Uranpecherz, Nickel- und Kobalterze, Arsen-Antimon-Wismuterze } besonders gangförmig als Begleiter der Silbererze, wie im Erzgebirge.

Glanzkobalt als Imprägnation: Fahlbänder von Skuterud und Snarum in Norwegen;
als Kieslager: Daschkessan im Kaukasus.

Antimonit gangförmig (mit Quarz): Auvergne, Ichinokawa in Japan.

B. In Sedimentgesteinen.

Kambrium.

Silber-Bleierze gangförmig: Přibram in Böhmen.

Blei-Zinkerze als metasomatische Verdrängung: Eureka in Nevada.

Antimonit gangförmig: Goldkronach im Fichtelgebirge.

Silur.

Zinnober als Imprägnation: Almaden in Spanien.

Blei-Zinkerze als metasomatische Verdrängung: Mississippi und Missouri in Nordamerika, Monteponi auf Sardinien.

Eisenerze als Lager und Flöze: Spateisensteinlager vom Erzberg in Steiermark, Roteisenerze Böhmens, Thüringens, sowie des Clintondistriktes in Nordamerika;
kontaktmetamorph verändert: Christiania in Norwegen.

Devon.

Gold als Imprägnation: Konglomerate des Witwatersrandes in Südafrika (Alter noch nicht ganz sicher).

Silber-Bleierze gangförmig: Andreasberg am Harz.

Kupfererze kontaktmetamorph verändert: Mednorudjansk und Bogoslowsk am Ural;
als Kieslager: Rammelsberg bei Goslar.

Bleierze gangförmig: Holzappel an der Lahn, Ems.

Zinkerze als metasomatische Verdrängung: Iserlohn in Westfalen.

Eisenerze als metasomatische Verdrängung: Harz, rheinisches Schiefergebirge, Bakal am Ural;
gangförmig: Siegener Land (der Stahlberg bei Müsen).

Manganerze als metasomatische Verdrängung: Wetzlar, Lindener Mark bei Gießen, Las Cabesses in den Pyrenäen.

Karbon.

Silber-Bleierze gangförmig: Clausthal am Harz (im Kulm).

Kupfererze als Kieslager: Rio Tinto in Spanien (wahrscheinl. Kulm).

Blei-Zinkerze als metasomatische Verdrängung: England, Aachen, Leadville in Colorado, Picos de Europa in Nordspanien.

Eisenerze als Lager und Flöze von Kohlen- und Toneisenstein: Schottland, Westfalen, Oberschlesien, Sachsen.

Manganerze lagerförmig: im Kulmschiefer von Huelva in Spanien.

Antimonit lagerförmig: im Kulm von Arnsberg in Westfalen.

Dyas.

Kupfer und Kupfererze als Imprägnation: Mansfelder Kupferschiefer, Permformation Rußlands, auch im nö. Böhmen, Corocoro in Bolivien.

Eisenerze als metasomatische Verdrängung: im Zechsteinkalk von Schmalkalden in Thüringen.

Kobalt-Nickelerze gangförmig: im Mansfelder Kupferschiefer (Kobaltrücken).

Trias.

Silberglanz als Imprägnation: Silbersandsteine von Utah.

Zinnober als Imprägnation zu Idria in Krain.

Bleierze als Imprägnation: im Buntsandstein von Commern-Mechernich in der Eifel.

Blei-Zinkerze als metasomatische Verdrängung: im Muschelkalk Oberschlesiens, zu Raibl-Bleiberg in Kärnten, zu Wiesloch in Baden.

Eisenerze als metasomatische Verdrängung: Brauneisenerz im Muschelkalk Oberschlesiens.

Jura.

Eisenerze als Lager und Flöze von Toneisenstein und Brauneisenstein: das Cleveland-ore von Middlesborough in Nordengland, die Toneisensteine des nordwestl. Deutschlands und Polens, die Minette Luxemburgs und Lothringens, das Bohnerz von Kandern in Baden.

Kreide.

Eisenerze als metasomatische Verdrängung: Bilbao in Nordspanien;

als alte Seifen: Peine in Hannover, Salzgitter am Harz.

Antimonerz lagerförmig: Constantine in Nordafrika (Senarmontit).

Tertiär.

Kupfererze (oxydisch) als Imprägnation: Boléo in Untercalifornien.

Eisenerze lagerförmig: Kressenberg und Sonthofen in Oberbayern.

Manganerze lagerförmig: Tschiaturi in Transkaukasien.

Alluvium und Diluvium.

Goldseifen: Ural und Sibirien, Californien, Brasilien, Australien, Alaska.

Platinseifen: Nischne Tagilsk am Ural.

Zinnseifen: Malakka, Bangka, Billiton, Australien, Tasmania.

C. In Eruptivgesteinen.

1. In Tiefengesteinen oder deren Umwandlungsprodukten (Graniten, Syeniten, Dioriten, Gabbros, Serpentinen).

Gold gangförmig in Graniten: Beresowsk am Ural.

Platin primär als magmatische Differentiation im Serpentin: Ural.

Kupfererze als magmatische Differentiation: im Serpentin am Monte Catini zwischen Siena und Livorno (noch zweifelhaft);
gangförmig: vielfach in Nordamerika (im Granit von Butte in Montana).

Bleierze gangförmig: im Granit von Linares in Spanien.

Zinnstein stockförmig als Sublimationsprodukt in Graniten: Erzgebirge, Cornwall.

Magnetit als magmatische Differentiation im Olivingabbro: der Taberg in Schweden.

Chromeisenstein als magmatische Differentiation im Serpentin: sämtliche Vorkommnisse der Erde.

Molybdänglanz, Wolframerze } charakteristische Begleiter des Zinnsteines in Graniten.

Nickelhaltiger Magnetkies als magmatische Differentiation im Serpentin und im Gabbro: Sudbury in Canada, Norwegen-Schweden, Varallo in Piemont, Lancaster Gap Mine in Pennsylvanien.

Garnierit gangförmig im Serpentin: Numea in Neucaledonien, Riddles in Oregon, auch Frankenstein in Schlesien.

Speiskobalt gangförmig mit Spateisenstein im Diorit: Dobschau in Ungarn.

Arsenikalkies als Imprägnation im Serpentin: Reichenstein in Schlesien (goldhaltig).
Antimonit gangförmig im Granit: Magurka in Ungarn.

2. In älteren Ergußgesteinen (Porphyren, Porphyriten, Diabasen, Melaphyren).

Silber-Kupfererze gangförmig in Porphyriten: Chile (Chañarcillo und Caracoles).
Kupfer und Kupfererze gangförmig: in den kambrischen Melaphyren des Oberen Sees in Nordamerika, in den devonischen Diabasen von Dillenburg und Weilburg, vielfach in Australien.
Eisenerze als magmatische Differentiation in Porphyren: die uralischen und lappländischen Vorkommen, Iron Mountain südl. von St. Louis.
Manganerze gangförmig in Porphyren und Porphyriten der Dyas: Harz und Thüringen.

3. In jungen Ergußgesteinen (Lipariten, Trachyten, Andesiten, Basalten).

Gold-Silbererze gangförmig in andesitischen Gesteinen: Ungarn—Siebenbürgen, der Comstock Lode in Nevada.
Silbererze gangförmig in Andesiten und Lipariten: großenteils in Mexiko (die Gänge von Pachuca und Real del Monte).
Zinn-Silber-Wismuterze gangförmig in Quarztrachyten: in Bolivia (Potosi, Oruro, Tasna, Chorolque).
Zinnober gangförmig in Trachyten und Basalten: großenteils in Californien.
Kupfererze gangförmig im Liparit: Aschio in Japan.
Antimonit gangförmig im Andesit: Kremnitz, Felsöbanya; im Trachyt: Kostaïnik in Serbien.

Sachregister.

A.

Adel 3.
Adelsvorschübe 3.
Adsorption 28.
Amalgamationsverfahren 34, 36.
Ammoniummolybdat 53.
Ammoniumplatinchlorid 38.
Anglesit 42.
Annabergit 55.
Antiklinalen 15.
Antimon, gediegenes 58.
Antimonblüte 8.
Antimonerze 58, 61, 62, 63, 65.
Antimonglanz 58.
Antimonit 58, 61, 62, 65.
Antimonium crudum 58.
Antimonregulus 58.
Antimonsilber 35.
Argentit 35.
Arsen, gediegenes 57.
Arsenblüte 8.
Arseneisen 57.
Arsenerze 57, 61, 65.
Arsenik 57.
Arsenikalkies 57.
Arsenikkies 57.
Arsenkies 57.
Arsenkies, goldhaltig 32, 57, 65.
Arsennickel 55.
Arsenopyrit 57.
Aszensionstheorie 27.
Atakamit 41.
Aufrichtungen 15.
Auftun (der Lagerstätten) 14.
Augustinsches Verfahren 37.
Auripigment 57.
Ausbiß 14.
Ausgehendes der Lagerstätten 8, 14.
Auskeilen 14.
Ausstrich 14.
Awaruit 24.
Azurit 39.

B.

Begleitmineralien der Erze 9.
Beresit 34.
Berggold 33.
Bergzinn 46.
Bessemern 50.
Bildung der Erze 5, 6, 7.
Bismutin 59.
Blackband 47, 48.
Blättererz 32.
Bleierze 42, 60, 61, 62, 63, 64.
Bleiglanz, silberhaltig 35, 36.
Bleiglanz 42.
Bleivitriol 42.
Bogentrümer 19.
Bohnerz 48.
Bonanzas 4.
Bornit 39.
Bournonit 39, 42.
Brauneisenerz 8, 46, 48.
Brauneisenocker 47.
Braunit 51.
Braunstein 51.
Breithauptit 55.
Buntbleierz 42.
Buntkupfererz 39.

C.

Calamin 44.
Cerussit 42.
Chalkopyrit 39.
Chalkosin 39.
Chloanthit 55.
Chlorierungsverfahren 34.
Chlorsilber 35.
Chromeisenstein 52, 64.
Chromerze 52, 64.
Chromit 52.
Cuprit 39.
Cyanidverfahren 34.

D.

Dach 13.
Dacit 33.
Deszensionstheorie 27.
Diagonaltrümer 20.
Diskordante Überlagerung 16.

Durchsetzung zweier Gänge 21.
Dynamometamorphose 8, 12.
Dynamometamorph veränderte schichtige Erzabsätze 25.
Dyskrasit 35.

E.

Eisenerze 46, 60, 61, 62, 63, 64, 65.
Eisenglanz 46.
Eisenglimmer 47.
Eisenkies 46.
Eisennickellegierung. 24.
Eisenseifen 50, 63.
Eisenspat 46.
Eiserner Hut 8.
Enargit 39.
Epigenetische Lagerstätten 26.
Ergußgesteine 10.
Eruptivgesteine 10.
Erzausscheidungen aus Schmelzfluß 23.
Erze, Bildung ders. 5—7.
Erze, Definition 1.
Erze, Einteilung ders. 4. 5.
Erze, Umbildung 8.
Erze, Zusammenvork. 7.
Erzfälle 3.
Erzformationen 9.
Erzimprägnationen 27.
Erzlagerstätten, Definition 1.
Erzlagerstätten, Einteil. ders. 23.
Erzlagerstätten, epigenetische 26.
Erzlagerstätten, plattenförmige 13.
Erzlagerstätten, räumliche Verhältnisse 13.
Erzlagerstätten, stofflich. Inhalt 3.
Erzlagerstätten, syngenetische, als schichtige Absätze aus Lösungen 25.
Erzlagerstätten, syngenetische, aus Schmelzfluß gebildete 24.
Erzlagerstätten, syngenetische, durch Sublimation entstandene 23.
Erzlagerstätten, unregelmäßig begrenzte 22.
Erzlinsen 15.
Erzmittel 3.
Erznester 3.
Erzsäulen 3.
Erzseifen 30.
Erzstöcke 22.
Erzzuführung 26, 27.
Eugenglanz 35.

F.

Fahlbänder 27, 40.
Fahlerz, silberhaltig 35.
Fallen 14.
Falte 15.
Faltenverwerfungen 16.
Faltungen 15.
Faule Ruscheln 36.
Ferromangan 52.
Flache Gänge 20.
Flachfallende Gänge 20.
Flammöfen 42.
Flöze 13, 14.
Formationen, geologische 11.
Franklinit 45.

G.

Gänge 13, 17.
Gänge, Dimensionen 19.
Gänge, einfache 19.
Gänge in Eruptivgesteinen 30.
Gänge in kristallinen Schiefern 29.
Gänge in Sedimentgesteinen 30.
Gänge, rechtsinnig fallende 20.
Gänge, Verhalten beim Zusammentreffen 20.
Gänge, Verh. im Fallen 24.
Gänge, Verh. im Streichen 20.
Gänge, widersinnig fallende 20.
Gänge, zusammengesetzte 19.
Galenit 42.
Galmei 44.
Gang, kommt aus der Stunde 20.
Gang, macht eine Wanne 20.
Gang, schlägt einen Haken 20.
Gang, wirft einen Bauch 20.
Gangablenkung 32.
Gangart 9.
Gangkreuz 21.
Gangverwerfung 21.
Gangvorkommen, oxyd. 29.
Gangzug 20.
Garnierit 55, 64.
Gelbbleierz 42.
Gersdorffit 55.
Gesteine 9.
Gesteine, Bildung u. Einteilung 10.
Gesteinsbildende Mineralien 9.
Giftmehl 57.
Glanzkobalt 56, 61.
Glaserz 35.
Glaskopf, roter und brauner 47.

Gold 32, 60, 62, 64.
Golderze 32, 65.
Goldquarzgänge 33, 60.
Goldquarzlager 33, 60.
Goldschmidtsches Verfahren 52, 53.
Goldseifen 33, 64.
Grabenversenkung 16.
Grauspießglanzerz 68.
Greenockit 45.
Greisen 46.
Gußeisen 50.

H.

Haematit 46.
Hangendes 13.
Harnische 16.
Hausmannit 51.
Hemimorphit 44.
Himbeerspat 51.
Hochofenprozeß 50.
Holzzinn 46.
Hornfelsen 12.
Horst 16.

I.

Imprägnationen 22.
Itabirit 47.

K.

Kadmium 45.
Kadmiumerze 45.
Kalksilicate 12.
Kassiterit 46.
Kerargyrit 35.
Kieselzinkerz 44.
Kieslager 28, 40.
Knickung 15.
Knottenerz 43.
Kobaldblüte 8.
Kobalterze 56, 61, 63, 64.
Kobaltfahlbänder 56.
Kobaltglanz 56.
Kobaltin 56.
Kobaltrücken 56.
Kohleneisenstein 47, 48.
Kontaktgänge 18.
Kontaktmetamorphe Vorkommen 25, 26.
Kontaktmetamorphose 8, 12.
Kontaktmineralien 26.
Konverterprozeß beim Eisen 50.
Konverterprozeß beim Kupfer 42.
Konzentrationsstein 42.
Korallenerz 38.
Kreuzung zweier Gänge 21.
Kristalline Schiefer 12.
Krokoit 42.
Kupfer, gediegen 39.
Kupfererze 39, 60, 62, 63, 64, 65.
Kupfererze, silberhalt. 35.
Kupferfahlerz 39.
Kupferglanz 39.
Kupferkies 39.
Kupferkies, goldhaltig 32.
Kupferlasur 39.
Kupfernickel 55.
Kupfersandsteine 41.
Kupferschiefer 40.

L.

Lager 13, 14.
Lagerart 9.
Lagergänge 17.
Lateralsekretionstheorie 27.
Leichtmetalle 1.
Lettenbesteg 18.
Liegendes 13.
Limonit 46.
Löllingit 57.
Luftsättel 15.

M.

Mächtigkeit 13, 14.
Magmatische Differentiationen 6, 24.
Magneteisenerz 46, 64.
Magnetit 46, 64.
Magnetkies, nickelhaltig 55, 64.
Malachit 39.
Manganerze 51, 61, 62, 63, 65.
Manganit 51.
Manganspat 51.
Markasit 47.
Marmor 12.
Martinprozeß 50.
Martinprozeß, bas. 51.
Melanglanz 35.
Metalle, Einteilung 2.
Metasomatische Verdrängungen 28.
Millerit 55.
Mineralien, gesteinsbildende 9.
Minette 48.
Mißpickel 57.
Molybdän 53.
Molybdänerze 53, 64.
Molybdänglanz 53, 64.
Molybdänit 53.
Morasterz 48.
Morgengänge 20.
Mulden 15.
Muldenflügel 15.
Muldenlinie 15.

N.

Nagyagit 32.
Natriumwolframat 54.
Nutzgänge 20.
Nickelblüte 8, 55.
Nickelerze 55, 61, 63, 64.
Nickelin 55.
Nuggets 32.

O.

Oberflächengesteine 10.

P.

Paragenese 7.
Parkesieren 36.

Patioprozeß 36.
Pattinsonieren 36.
Pechblende 54.
Platin 37.
Platinerze 37, 64.
Platinmetalle 37.
Platinschwamm 38.
Platinseifen 37, 64.
Polybasit 35.
Prophylit 33.
Proustit 35.
Psilomedan 51.
Puddeln 50.
Pyrargyrit 35.
Pyrit 46.
Pyrochem. Prozesse 8.
Pyrolusit 51.
Pyromorphit 42.

Q.

Quecksilbererz 38.
Quecksilberlebererz 38.
Quergänge 17.

R.

Radium 54.
Rädelerz 42.
Raseneisenstein 48.
Rauschgelb 57.
Rauschrot 57.
Realgar 57.
Redruthit 39.
Regionalmetamorphose 8, 12.
Rhodochrosit 51.
Röstreaktionsprozeß 44.
Roheisen, graues u. weißes 50.
Rohkupfer 42.
Rohstein 42.
Rotbleierz 42.
Roteisenerz 46.
Roteisenocker 47.
Rotgülden, lichtes und dunkles 35.
Rotkupfererz 39.
Rotnickelkies 55.
Rotzinkerz 44.
Rutschflächen 16.

S.

Sättel 15.
Safflor 56.
Saigere Gänge 20.
Saigerstellung der Schichten 15.
Salbänder 18.
Sattelflügel 15.
Sattelgänge 17.
Sattellinie 15.
Schachtöfen 42.
Scharung zweier Gänge 21.
Scheelit 53.
Scherbenkobalt 57.
Schichten, stehen auf dem Kopfe 15.
Schlacke 50.
Schleppung zweier Gänge 21.
Schleppung d. Schichtenköpfe 16.
Schmiedeeisen 50, 51.
Schrifterz 32.
Schwarzkupfer 42.
Schwebende Gänge 20.
Schefelkies 46, 47.
Schwefelkies, goldh. 32.
Schwefelkiesvork. 47.
Sedimentgesteine 11.
Seeerz 48.
Seifen 22, 30.
Seifengold 33.
Seifenzinn 46.
Seitentrum 17.
Sekundäre Lagerstätten 30.
Sekundäre Teufenunterschiede 8.
Senarmontit 58.
Serpentine 12.
Siderit 46.
Siemenssche Regenerativfeuerung 50.
Silber, gediegen 35.
Silbererze 35, 60, 61, 62, 65.
Silberglanz 35.
Silberhornerz 35.
Silbersandsteine 35.
Silberzahn 35.
Skarn 49.
Smalte 56.
Smaltin 56.
Smithsonit 44.
Sohle 13.
Spaltverwerfungen 16.
Spateisenstein 46, 48.
Spatgänge 20.
Speerkies 47.
Speiskobalt 56, 64.
Sperrylith 37.
Sphalerit 44.
Sphärosiderit 47, 48.
Spiegel 16.
Spiegeleisen 52.
Sprödglaserz 35.
Sprünge 16.
Sprunghöhe 16.
Spurstein 42.
Stahl 50.
Stehende Gänge 20.
Stephanit 35.
Stockwerke 22.
Stöcke 22.
Streichen 14.
Streichlinie 14.
Sublimation, direkte 5.
Sublimation, indirekte 6.
Sulfosalze 5.
Sumpferz 48.
Sylvanit 32.
Syngenetische Lagerstätten 23.
Synklinalen 15.

T.

Taube Mittel 3.
Thomasprozeß 51.
Tiefengesteine 10.
Tiegelgußstahl 50.
Toneisenstein 47, 48.
Tonnenlägige Gänge 20.
Treibarbeit 37.
Tressenwismut 59.
Trümer 19.
Trümmerlagerstätten 30.
Tungsteine 53.

U.

Überkippung der Schichten 15.
Überschiebungen 16.
Überschneidung 17.
Ullmannit 55.
Umbildung der Gesteine 12.
Uranerze 54, 61.
Urangelb 54.
Uranitit 54.
Uranpecherz 54.

V.

Verbleiungsprozeß 36.
Verdrücken 14.
Veredelung 4.
Vertaubung 4.
Verwerfung 16.
Verwerfung eines Ganges 21.
Visiergraupen 46.

W.

Wad 51.
Waschgold 33.
Weichmanganerz 51.
Weißbleierz 42.
Weißgültigerz 35.
Windfrischen 50.
Wismut, gediegenes 59.
Wismuterze 59, 61, 65.
Wismutglanz 59.
Wolfram 53.
Wolframerze 53, 64.
Wolframit 53.
Würfelnickel 56.
Wulfenit 42.
Wurtzit 44.

Z.

Zaffer 56.
Zementkupfer 42.
Zementstahl 50.
Ziervogelsches Verf. 37.
Zinkblende 44.
Zinkblendeimprägnation. 45.
Zinkerze 44, 60, 61, 62, 63.
Zinkgewinnung, elektrolytische 45.
Zinkit 44.
Zinkspat 44.
Zinnerze 46, 64, 65.
Zinnober 38, 61, 63, 65.
Zinnseifen 46, 64.
Zinnstein 46.
Zinnstockwerke 23, 29, 46.

Ortsregister.

A.

Aachen 62.
Afrika 49.
Alaska 31, 33, 64.
Aldfield 53.
Alemtejo 41.
Algier 49.
Almaden 28, 38, 61.
Altenberg im Erzgebirge 23, 46.
Altenberg bei Aachen 29, 43.
Âmmeberg 45, 60.
Anacondagrube 41.
Andreasberg 30, 36, 62.
Annaberg 36, 56.
Arendal 25, 49.
Arnsberg 58, 62.
Aschio 41, 65.
Atakamawüste 30, 41.
Atlantische Staaten Nordamerikas 33, 60.
Australien 30, 31, 33, 36, 37, 40, 41, 46, 60, 64, 65.
Auvergne 58, 61.
Avalaberg 38.

B.

Bakal 49, 62.
Banat 26, 40, 41, 49, 61.
Bangka 31, 46, 64.
Beresowsk 33, 64.
Berggießhübel 26, 49, 61.
Beuthen 29, 43.
Bilbao 29, 49, 63.
Billiton 31, 46, 64.
Bleiberg 29, 43, 63.
Bodenmais 47.
Böhmen 40, 49, 60, 61, 62.
Bogoslowsk 26, 40, 62.
Boléo 41, 63.
Bolivia 30, 36, 46, 59, 65.
Borneo 37.
Brasilien 31, 34, 37, 47, 60, 64.
Brokenhill 36, 44, 60.
Brosso 47.
Brussa 53.
Burra-Burra Mine 41.
Butte 41, 64.

C.

Californien 30, 31, 33, 37, 38, 60, 64, 65.
Canada 55.
Caracoles 36, 65.
Carolina 54.
Chañarcillo 36, 65.
Chile 26, 30, 36, 40, 41, 52, 65.
Chocó 37.
Chorolque 59, 65.
Christiania 26, 49, 61.
Clausthal 30, 36, 62.
Clear Lake 30.
Cleveland ore 48, 63.
Clintondistrikt 49, 61.
Colorado 33, 54.
Commern 28, 43, 63.
Comstock Lode 30, 33, 36, 65.
Connecticut 54.
Constantine 58, 63.
Coolgardie 34.
Copper Mine in Australien 41.
Copper Mountain in Arizona 41.
Cornwall 23, 40, 41, 46, 53, 64.
Corocoro 40, 62.
Corsika 58.
Cripple-Creek 33.
Csiklowa 26, 40.
Cumberland 29, 43.

D.

Dannemora 25, 49.
Daschkessan 56, 61.
Derbyshire 29, 43.
Deutschland 41, 42, 51.
Deutschland nordwestliches 48, 63.
Devonshire 46.
Dillenburg 40, 49, 65.
Dobschau 56, 64.
Dognacska 26, 49.
Domingo 37.
Donetz-Steinkohlenbeck. 25.
Ducktown 40, 60.

E.

Eisenerz in Steiermark 25.
Elba 26, 49, 61.
El Pedroso 49.
Ems 44, 62.
England 41, 42, 51, 62.
Erzberg in Steiermark 61.
Erzgebirge 23, 29, 36, 44, 46, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64.
Espedal 25, 55.
Eule 34.
Eureka 29, 43, 61.

F.

Falun 28, 40, 41, 60.
Felsöbanya 30, 34, 58, 65.
Frankenstein 55, 64.
Freiberg 29, 36, 54.
Freiwaldau 34.

G.

Gellivara 25, 49.
Geyer 46.
Goldberg 34.
Goldkronach 58, 61.
Gora blagodat 24, 48.
Grängesberg 25, 49.
Graupen 23, 46.
Great Western 30, 38.
Grochau 53.
Guanajuato 36.

H.

Harmandschyk 53.
Harz 30, 36, 44, 49, 57, 58, 62, 65.
Harzgerode 30, 36.
Heinzenberg 34.
Hestmandö 24, 52.
Highlands 48.
Hinterindien 31, 46.
Holland 48.
Holzappel 44, 62.
Huancavelica 38.
Huelva 26, 28, 41, 52, 62.
Hüttenberg in Kärnten 25, 48, 61.

I.

Ichinokawa 58, 61.
Idria 28, 38, 63.
Ilfeld 29, 52.
Illinois 43.
Iron Mountain 48, 65.
Iserlohn 45, 62.
Italien 41.

J.

Japan 41, 58.
Jekaterinburg 41.
Jernbäraland 49.
Joachimsthal 29, 36, 54, 56.
Johanngeorgenstadt 36, 56.
Jowa 43.

K.

Kandern 48, 63.
Kapnik 30, 34.
Kiirunavaara 24, 48.
Klefva 55.
Kleinasien 53.
Klondike 33.
Kolumbien 37.
Kongsberg 27, 30, 36, 40, 60.
Kostainik 58, 65.
Kotterbach 50.
Kraubath 24, 52.
Kremnitz 30, 34, 58, 65.
Kressenberg 48, 63.
Kriwoï Rog 25, 49, 60.
Kupferberg 30, 40, 60.

L.

Lake Champlain 48.
Lake Superior 39.
Lancaster Gap Mine 55, 64.
Langbau 26, 52, 61.
Lappland 48, 65.
Las Cabesses 52, 62.
Laurion 29, 43, 60.
Leadville 29, 43, 62.
Lebanon Co 48.
Liegnitz 34.
Linares 44, 64.
Lindener Mark 52, 62.
Lorenzstrom 50.
Lothringen 48, 63.
Luossavaara 24, 48.
Luxemburg 48, 63.

M.

Magurka 48, 65.
Malacca 31, 46, 64.
Mansfeld 28, 30, 40, 41, 55, 56, 62, 63.
Marienberg 36, 46, 56.
Mechernich 43, 63.
Mednorudjansk 26, 40, 41, 62.
Meggen 47.
Mexiko 30, 36, 65.
Miask 53.
Middlesborough 48, 63.
Miguel Burnier 52.
Minas Geraës 26, 61.
Mississippi 29, 43, 61.
Missouri 29, 43, 61.
Mokta-el-Hadid 25, 49, 60,
Monte Amiata 38.
Monte Catini 25, 40, 41, 64.
Monte Poni 29, 43, 61.
Moonta Mine 41.
Moravitza 26, 49.
Moschellandsberg 38.
Mother Lode 33.
Mount Lyell 47.
Mount Morgan 34.
Murchison 34.

N.

Nagyag 30, 34.
Nassau 49.

Negauneedistrikt 25, 48.
Nertschinsk 53.
Neucaledonien 55, 64.
Neudorf am Harz 30, 36.
Neuseeland 24, 34.
Neusüdwales 34.
Nevada 30, 33, 36.
New-Almaden 30, 38.
New-Idria 30, 38.
New Jersey 25, 45, 48, 61.
New York 25, 48.
Nikitowka 38.
Nischne Tagilsk 24, 31, 37, 64.
Nordafrika 25.
Nordamerika 25, 40, 41, 43, 48, 51, 60, 64.
Norwegen 41, 54, 60, 61, 64.
Nucic 49.
Numea 55, 64.

O.

Oberer See 25, 30, 39, 40, 41, 48, 65.
Oberschlesien 29, 48, 49, 62, 63.
Offenbanya 34.
Ontario 37.
Oporto 58.
Oravitza 26, 40.
Orenburg 41.
Oruro 35, 46, 65.
Ostalpen 60.
Ostsibirien 34.
Ovifak 24.

P.

Pachuca 36, 65.
Pasco 36.
Peak Mine 41.
Peine 31, 50, 63,
Pennsylvania 25, 48.
Pereta 58.
Perm 40, 41.
Peru 30, 36.
Picos de Europa 45, 62.
Polen 48, 63.
Portugal 41.
Potosi 36, 46, 65.
Přibram 19, 30, 36, 44, 54, 58, 61.

Q.

Queensland 34.

R.

Raibl 29, 43, 63.
Rammelsberg 28, 40, 41, 62.
Rathausberg 34.
Rauris 34.
Real del Monte 65.
Redruth 54.
Reichenstein 57, 65.
Rheinisches Schiefergeb. 30, 62.
Riddles 55, 64.
Riechelsdorf 55.
Ringerike 25, 55.
Rio Tinto 28, 40, 41, 62.
Röraas 28, 40, 41, 60.
Ruhrgebiet 48.
Rußland 25, 34, 40, 41, 49, 62.

S.

Sachsen 62.
Sala 43, 60.
Salzgitter 50, 63.
Sangerhausen 55.
Santo Domingo 40.
Schemnitz 30, 34.
Schlaggenwald 46.
Schlesien 45.
Schmalkalden 63.
Schmiedeberg 26, 49, 61.
Schmiedefeld 49.
Schneeberg 29, 36, 56.
Schottland 48, 62.
Schweden 41, 48, 54, 64.
Sevilla 60.
Sibirien 31, 64.
Siebenbürgen 30, 34, 36, 65.
Siegen 29, 49, 56, 62.
Silberberg 53.
Skandinavien 25, 49, 60,
Skuterud 27, 56, 61.
Smyrna 53.
Snarum 27, 56, 51.
Sonthofen 48, 63.
Spanien 41, 49, 54.
Spitalergang 34.
Stahlberg bei Müsen 29, 49, 62.
Steamboat Springs 38.
Sterling Hill 26, 52.
Sudbury 24, 55, 64.
Südafrika 34, 62.
Südwales 48.
Sulitelma 28, 40, 41, 60.
Sulphur Bank 30, 38.
Szaszka 26, 40.

T.

Taberg, 24, 48, 64.
Tarnowitz 29, 43.
Tasmania 31, 46, 53, 64.
Tasna 59, 65.
Telemarken 53.
Tharsis 40, 41.
Thüringen 49, 52, 61, 65.
Transkaukasien 26.
Transvaal 34.
Traversella 47.
Tschiaturi 52, 63.

U.

Ufa 40, 41.
Ungarn 30, 32, 34, 36, 41, 58, 65.

Ural 31, 34, 47, 64, 65.
Utah 28, 35, 63.

V.

Vajda-Hunyad 48, 61.
Varallo 25, 55, 64.
Vieille Montagne 28, 43.
Viktoria 34.
Vöröspatak 30, 34.

W.

Wallaroo Mine 41.
Weilburg 40, 49, 65.
Westaustralien 34.
Westfalen 49, 62.
Wetzlar 29, 52, 62.
Wiesloch 45, 63.
Wisconsin 43.
Wissokaja Gora 24, 48.
Witwatersrand 34, 62.
Wooded Peak 52.

Z.

Zell, 33, 60.
Zinnwald, 23, 46.
Zuckmantel 34.
Zwickau 48.

Verlag von FRANZ DEUTICKE in Leipzig und Wien.

Der Graphit.

Eine chemisch-technische Monographie.

Von **ED. DONATH,**

Professor der chemischen Technologie an der k. k. technischen Hochschule in Brünn.

Mit 27 Abbildungen im Text. Preis M. 6.— = K 7.20.

Vorlesungen über mechanische Technologie

der Metalle, des Holzes, der Steine
und anderer formbarer Materialien.

Von **FRIEDRICH KICK,**

k. k. Regierungsrat und Professor an der technischen Hochschule in Wien.

Mit 689 Abbildungen. Preis M. 14.— = K 16.—.

Die modernen Marmore und Alabaster.

Deren Einteilung, Entstehung, Eigenschaften und Verwendung
nebst einer Übersicht der wichtigsten Marmorsorten.

Von **H. SCHMID,**

Ingenieur und k. k. Professor der Staatgewerbeschule zu Wien.

Preis M. 1.80 = K 2.—.

ÜBUNGSAUFGABEN

aus der quantitativen chemischen Analyse

durch Maßanalyse.

Unter Mitwirkung von **ANTON WAEGNER,**

Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien,

bearbeitet von Dr. **GEORG VORTMANN,**

o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien.

Mit 12 Abbildungen. Preis M. 1.25 = K 1.50.

ÜBUNGSBEISPIELE

aus der quantitativen chemischen Analyse

durch Gewichtsanalyse einschließlich der Elektroanalyse.

Von Dr. **GEORG VORTMAMN,**

o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien.

Mit 12 Abbildungen. Zweite Auflage. Preis M. 1.25 = K 1.50.

Das Mikroskop.

Ein Leitfaden der wissenschaftlichen Mikroskopie.

Von Dr. **A. ZIMMERMANN,**

a. o. Professor an der Universität zu Tübingen.

Mit 231 Figuren im Text. Preis M. 9.— = K 10.80.

Verlag von FRANZ DEUTICKE in Leipzig und Wien.

Die Mineralkohlen Österreichs.

Herausgegeben vom

Komitee des allgemeinen Bergmannstages Wien 1903.

Mit zahlreichen Abbildungen und Beilagen. Preis geb. M. 25.— = K 25.—.

Bericht über den allgemeinen Bergmannstag

in Wien vom 21.—26. September 1903.

Herausgegeben vom

Komitee des allgemeinen Bergmannstages in Wien.

Mit zahlreichen Abbild. im Text und einer Tafel. Preis geb. M. 6.— = K 6.-

Kurzes Lehrbuch der Chemie

Von Dr. **F. KRAFFT,**

Professor an der Universität zu Heidelberg.

Anorganische Chemie.

Mit zahlreichen Holzschnitten und einer Spektraltafel.

Fünfte vermehrte u. verbesserte Aufl. 1904. Preis M. 9.— = K 10.80.

Organische Chemie.

Mit in den Text gedruckten Holzschnitten.

Dritte vermehrte u. verbesserte Aufl. 1901. Preis M. 15.— = K 18.—.

Die barometrische Höhenmessung.

Mit neuen Tafeln, welche den Höhenunterschied ohne Zuhilfenahme von Logarithmentafeln zu berechnen gestatten.

Von **J. LIZNAR,**

o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Preis M. 2.— = K 2.40.

Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie

in zwei Bänden.

Von Dr. **F. P. TREADWELL,**

Professor der analytischen Chemie am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

I. Band:

Qualitative Analyse.

Mit 14 Abbild. und einer Spektraltafel.

Dritte vermehrte u. verbesserte Aufl. 1904. Preis M. 8.— = K 9.60.

II. Band:

Quantitative Analyse.

Mit 109 Abbildungen.

Dritte vermehrte u. verbesserte Aufl. 1905. Preis M. 11.— = K 13.20.

Druck der k. u. k. Hofbuchdrucker Fr. Winiker & Schickardt in Brünn.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 072675249